Fq. 5528 2/2

<366125851900l3

P <366125851900l3

Bayer. Staatsbibliothek

Matheſis. Aſtronomica. Syſtemata
et methodi.
713.

Kurzer

Entwurf

der

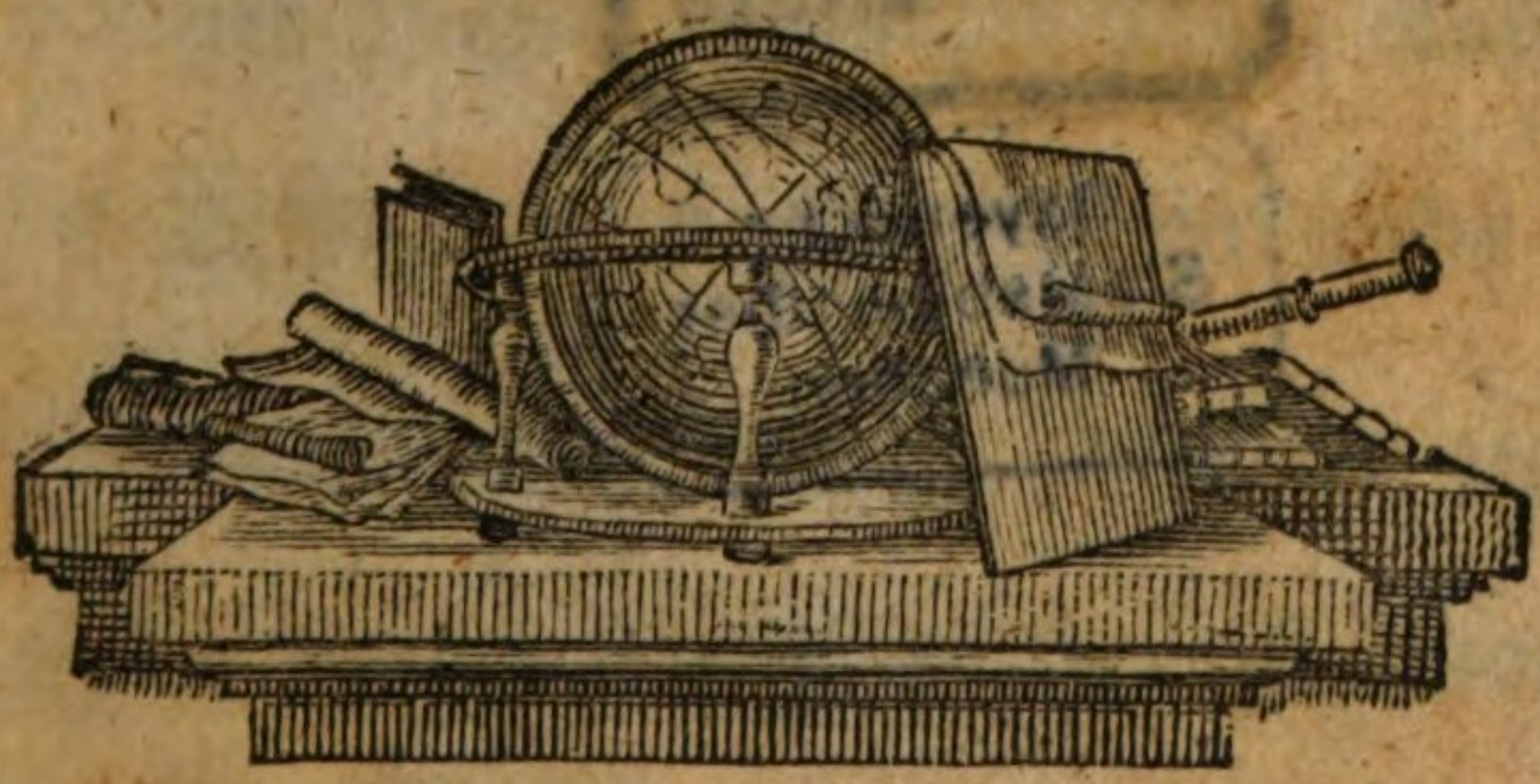
astronomischen Wissenschaften

von

J. E. Bode,

Astronom und Mitglied der Königlichen Akademie

der Wissenschaften zu Berlin.



Mit 7 Kupfertafeln.

Berlin, 1794.

Bey Christian Friedrich Himburg.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorerinnerung.

Dem in der Vorrede der neuen zur Ostermesse dieses Jahrs herausgegebenen Auflage meiner **Erläuterung der Sternkunde** gethanen Versprechen gemäß, erscheint gegenwärtig ein **kurzer Entwurf der astronomischen Wissenschaften**, oder eigentlich der Auszug aus jenem Werke. Ich habe mich dabey bemüht, die Materien so viel möglich

in der Kürze und im Zusammenhange deutlich und faßlich vorzutragen, auch nichts von Wichtigkeit unberührt zu lassen; und wünsche, daß ich dadurch nicht allein Liebhabern der astronomischen Wissenschaften eine allgemeine Uebersicht von den wichtigsten Wahrheiten und Grundsätzen derselben verschafft, sondern auch den Lehrern der Sternkunde einen Leitfaden bey gemeinnützigen, halbjährigen, astronomischen Vorlesungen an die Hand gegeben haben möchte. In Betreff einer weitern Ausführung der vorgetragenen Sätze oder eines Unterrichts in den nicht angeführten, verweise ich auf andere astronomische Schriften, oder auf meine Erläuterung der Sternkunde. Ich

setze, den Schranken meines Plans gemäß, für diejenigen Zuhörer und Liebhaber, welche die Gründe mancher nützlichen Wahrheiten näher einzusehen wünschen, die Kenntniß der gemeinen Geometrie so wie der ebenen und sphä-rischen Trigonometrie und ihrer Anwendung voraus, oder daß sie sich die Lehrsätze derselben ins Gedächtniß zurück rufen, oder erläutern lassen. In völliger Ermangelung dieser Grund-Begriffe würde mancher freilich zufrieden seyn müssen, blos historische Kenntnisse von astro-nomischen Wahrheiten und Entdeckungen aus diesem Entwurfe sich zu verschaffen, aber bey vielen sind schon diese hinreichend, ein Vergnü-gen zu erwecken und zu unterhalten, welches

bereits mittelmäßige Einsichten von der Einrichtung und Vortreflichkeit des Weltbaues gewähren. Sollte unterdessen dies Buch auch nur zur Erreichung dieses letztern Endzwecks dienen können, so würde ich die darauf verwendete Mühe nicht für vergeblich halten.

Berlin, den 1sten October 1793.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Vorstellung der Sternkunde; verschiedene Arten der Himmelskörper; Erfahrungen beym Anblick des Weltgebäudes, und künstliche Eintheilung der Himmelskugel, von Seite 1 bis 28.

Abtheilungen der Sternkunde, §. 1; verschiedene Arten der Himmelskörper, 3; Erfahrungen, 6; Ursachen der verschiedenen Gestalt der Himmelskugel, scheinbare und wahre Entfernungen, 16; Eintheilung der Himmelskugel in Graden, 19; in Kreisen, Neigungen und Ebenen derselben, 22; Beschreibung der am Himmel eingeführten Kreise und Puncte, so wie sie sich auf den Horizont, Aequator und die Ecliptik beziehen, 26; Lauf der Sonne in der Ecliptik, 58; Nachweisung jener Kreise auf Globen, 59.

Zweyter Abschnitt.

Vom Ursprung der Sternbilder, ihre Beschreibung, Hülfsmittel sie kennen zu lernen; Gebrauch der Himmelskugel ꝛc., von Seite 28 bis 50.

Ursprung der Sternbilder, §. 61; von den Sternenverzeichnissen, 71; Sternbilder der Alten, 74; der neu hinzugekommenen, 77; Namen der merkwürdigsten Sterne, 82; Milchstraße, Nebel- und veränderliche

Sterne, 83; Hülfsmittel die Sterne kennen zu lernen, 86; Himmelscharten, Globen, Sternkegel, Planisphären, 87; Gebrauch derselben, durch einige Aufgaben gezeigt, 94.

Dritter Abschnitt.

Von der Sternen- und Sonnenzeit; Aufgaben aus der sphärischen Astronomie ꝛc.; Vorrückung der Nachtgleichen; Refraction und Parallaxe, von Seite 51 bis 89.

Von der Sternenzeit, §. 114; von der Sonnenzeit, 116; Unterschied der wahren und mittlern Zeit, 121; einige Aufgaben aus der sphärischen Astronomie, 122; Gebrauch correspondirender Höhen, 138; Beobachtung der ungleichen Bewegung der Sonne und ihres Durchganges durch die Aequinoctial- und Solstitialpuncte, 143; vom Zurückweichen der Aequinoctialpuncte oder der Vorrükkung der Nachtgleichen, und Erfolg derselben, 146; von der Refraction oder Brechung der Lichtstralen, 153; Gesetze und Größe derselben, 157; von der Parallaxe, 163; Berechnung derselben, 166.

Vierter Abschnitt.

Von der Gestalt und Größe der Erde, mathematischen Abtheilung ihrer Oberfläche, ihrer Erleuchtung durch die Sonne, Längen und Breiten der Oerter, Unterschied der Mittagskreise, Gebrauch der künstlichen Erdkugeln, von Seite 90 bis 130.

Von der Gestalt der Erde, §. 170; nähere Bestimmung derselben, 179; durch Pendulversuche und Gradmessungen, 183; Wichtigkeit dieser Bestimmung, 193; von der Größe der Erde, 194; Methode sie zu finden, und Berechnung derselben, 195; mathematische Abtheilung

der Erdoberfläche, 202; von den Zonen, 204; scheinbare Lage der Himmelskugel in einer jeden, 206; Erleuchtung der Erde durch die Sonne, ungleiche Länge der Tage und Nächte, 207; von den Klimaten und Jahrszeiten, 210; von der geographischen Länge und Breite, 214; Grade des Meridians und der Parallelkreise, 217; von Gegenfüßlern, Gegen- und Nebenwohnern, 218; vom Unterschiede der Mittagskreise, 219; Gebrauch der künstlichen Erdkugeln, durch einige Aufgaben gezeigt, 223.

Fünfter Abschnitt.

Von dem Luftkreise, Erscheinungen desselben und optischen Betrügen beym Anblick des Firmaments, von Seite 130 bis 149.

Beschaffenheit des Luftkreises, §. 233; Ausdünstungen im Luftkreise, 237; von den Lufterscheinungen, 238; von der scheinbaren Gestalt des Firmaments, veränderlich erscheinende Größe von Sonne und Mond und andern optischen Betrügen, 251; Erklärungen derselben, 257; Glanz und scheinbarer Durchmesser der Planeten und Fixsterne, 264.

Sechster Abschnitt.

Von der Einrichtung des Sonnensystems, Erklärung der Erscheinungen am Himmel aus derselben; Vorstellung der Umlaufszeiten der Planeten, Gestalt, verhältnißmäßige Größe, Lage ꝛc. ihrer Bahnen, Theorie ihres Laufs und Berechnung desselben, von Seite 149 bis 185.

Verschiedene Meinungen vom Sonnensystem, §. 269; das Ptolemeische System, 270; das Copernikanische, 272; das Tychonische, 274; Beantwortung der Ein-

würfe gegen das Copernikanische System, 275; Erklärung der Erscheinungen im Sonnensystem, die tägliche Bewegung, 284; die jährliche der Sonne, 285; Unterschied der Sternen- und Sonnentage, 286; jährliche Erscheinung der Fixsterne, 287; Entstehung der Jahrszeiten, 288; Lichtabwechselung des Mondes, 289; dessen syderalischer und periodischer Umlauf, 290; Erscheinung und Bewegung der Planeten, 291; deren Lichtgestalten, 295; Tropische und Syderal-Umlaufszeiten der Planeten, 296; hundertjährige und mittlere tägliche Bewegung derselben, 297; synodische Umläufe derselben, 298; Gestalt der Planetenbahnen, 299; Oerter der Sonnenferne, jährliche und 24stündliche Bewegung der Planeten in der Sonnennähe und Sonnenferne, 300; die Excentricität, und verhältnißmäßig kleinster, mittlerer und größter Abstand der Planeten von der Sonne, 301; von der Lage der Planetenbahnen, 302; Neigung derselben, Oerter des Knoten und jährliche Bewegung desselben, 304; Theorie des Planetenlaufs; 305; von der heliocentrischen und geocentrischen Länge und Breite der Planeten, 309; Unterschied derselben, 310; Berechnung der geocentrischen Länge und Breite aus der heliocentrischen, 314; Parallaxe der Erdbahn, 316; Entwurf des Sonnensystems, 317.

Siebenter Abschnitt.

Ueber die Beschaffenheit der Sonne, ihre Flecken ꝛc., Stärke und Geschwindigkeit ihres Lichts; Beschreibung der Planeten und ihre Merkwürdigkeiten; von den Nebenplaneten oder Monden, Lauf und Erscheinung derselben; Gründe zur Berechnung der wahren Entfernung und Größe der Sonne und Planeten, von Seite 186 bis 251.

Erscheinung der Sonnenflecken, §. 318; Umwälzung der Sonne, 319; Neigung der Sonnenaxe, 321; vom Zo-

diacallicht, 322; über die Natur der Sonne, 323; Größe der Sonne, 325; Vom Licht, 326; Geschwindigkeit desselben, 328; Stärke der Erleuchtung eines Körpers, 332; der Planeten, 333; Vergleichung der Stärke des Sonnen- und Mondenlichts, 334; vom Merkur, 336; von der Venus, 339; von der Erde, 340; vom Mond, dessen periodischen und synodischen Umlauf, 341; wie die Mondkugel von der Sonne erleuchtet wird, 342; Erleuchtung des Mondes von der Erde, 343; gemeinschaftliche Bewegung der Erde und des Mondes, 344; von der Gestalt der Mondbahn, ungleicher Lauf des Mondes, 345; Neigung der Mondbahn, 347; anomalistischer und draconitischer Umlauf des Mondes, 348; Verhältniß des Durchmessers und der Parallaxe des Mondes, 349; von den Mondflecken, 350; Libration des Mondes, 351; Höhen der Mondberge, 355; Atmosphäre des Mondes, 356; vom Mars, 357; vom Jupiter, 359; von den vier Monden des Jupiters, 361; deren Umlaufszeiten, 362; Abstände vom Jupiter, 363; Verfinsterungen derselben, 364; Neigungen ihrer Bahnen, 366; vom Jovilabium, 367; Größe dieser Monde, 368; vom Saturn, 369; vom Ringe des Saturns, 371; von den sieben Monden des Saturns, 378; deren Umläufe, 380; Abstände vom Saturn, 381; Neigungen ihrer Bahnen, 382; Größe der Saturnsmonde, 383; vom Uranus, 384; dessen zwey Monde, 386; Vermuthung mehrerer Planeten im Sonnensystem, 387; Ueber die Berechnung der Entfernung der himmlischen Körper, 390; aus Parallaxen-Beobachtungen, 393; ältere Untersuchungen über die Entfernung der Sonne aus ihrer Parallaxe, 396; neuere, 399; neueste Bestimmung der Sonnenparallaxe, und Abstand der Sonne von der Erde nach derselben, 403; Wahre Entfernungen der Planeten von der Sonne, und Geschwindigkeit derselben, 404; wahre Entfernungen derselben von der Erde, 405; über die Berechnung der

Größe der Himmelskörper, 406; Tafel für die scheinbaren und wahren Durchmesser, und die Größen der Planeten, 410; noch Vorstellungen über ihre Entfernung und Größen, 411.

Achter Abschnitt.

Von den Gesetzen der Bewegung und den Wirkungen der Centralkräfte beym Lauf der Planeten; von der Schwere auf der Erdoberfläche und im Planetensystem; wechselseitige Anziehung, Masse und Dichtigkeit der Planeten; Wirkung einer allgemeinen Anziehungskraft; Bestimmung der Planeten, von Seite 252 bis 293.

Die von Kepler erfundenen Gesetze, §. 412; nemlich: 1) die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, 414; Excentricität derselben, 415; 2) die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten sich gegen einander, wie die Würfel der Entfernungen, 416; 3) die Zeiten verhalten sich wie die zurückgelegten Sectores der elliptischen Raumebenen, 418; mechanische Grundsätze der Bewegung, 422; auf den Lauf der Planeten angewandt, 423; von der Schwere auf der Erdoberfläche, und dem Falle der Körper, 424; Gesetz der Schwere, 426; Centralkräfte, 428; Anziehungskraft der Himmelskörper, 430; wie die Planeten ihre Bahnen vermittelst der Centralkräfte beschreiben, 433; Gesetze derselben, 434; die Schwere lenkt den Mondlauf, 440; Gesetze der wechselseitigen Anziehung und Massen der Sonne und Planeten, 442; Ungleichheiten des Mondlaufs, 446; Berechnung der Massen der Planeten, 447; ihrer Dichtigkeit, 451; Tafel jener Dichtigkeit und Massen, imgleichen Fall der Körper auf der Oberfläche, 454; noch verschiedene Erscheinungen, die von der allgemeinen Anziehungskraft herrühren, 455; Bestimmung der Planeten, 462.

Von den Himmelsbegebenheiten, welche die Bewegungen des Mondes und der Planeten hervorbringen, von Seite 294 bis 327.

Von den Mondfinsternissen, §. 463; von den Sonnen- oder Erdfinsternissen, 474; von den Finsternissen im Allgemeinen, 485; von den Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond, 487; nahe Zusammenkünfte des Mondes mit denselben, 492; von den Zusammenkünften der Planeten unter sich, 493; mit Fixsternen 495; von den Vorübergängen des Merkurs und der Venus vor der Sonnenscheibe, 496.

Zehnter Abschnitt.

Von den Kometen, ihrer Gestalt, Anzahl, scheinbaren und wahren Bewegung, Lauf der bisher bekannten; Austheilung und Bestimmung, von Seite 328 bis 350.

Gestalt und Eigenschaften der Kometen, §. 503; Anzahl der bisher erschienenen, 505; ältere und neuere Meinungen von denselben, 506; scheinbare und wahre Bahn dieser Himmelskörper, 507; Lauf des Kometen von 1769, 510; Gesetze der Bewegung der Kometen, 511; Bestimmungsstücke einer Kometenbahn, und Vermuthung über die Einerleyheit einiger Kometen, 517; über den Kometen von 1759, 518; Verzeichniß der Bestimmungsstücke von 80 Kometen, deren Bahnen bisher berechnet worden, 519; über die Anzahl der vorhandenen Kometen, 520; über die Größe und den Lauf derselben, 521; Meinung über die Natur der Kometen, 522; ob sie etwas bedeuten oder wirken, 523; über ihre Bestimmung, 524.

Eilfter Abschnitt.

Von den Fixsternen, ihrer Lichtabirrung, wahren Entfernung, Größe, Beschaffenheit, Menge, Bestimmung, Austheilung, Umfang und Vortreflichkeit des Weltgebäudes, von Seite 350 bis 372.

Das Allgemeine von den Fixsternen, §. 525; von der Aberration oder Abirrung des Lichts der Fixsterne, 526; über die Entfernung der Fixsterne, 532; über ihre wahre Größe, 538; Fixsterne sind Sonnen, 539; Menge derselben, 540; Größe der Schöpfung, 541; Bestimmung der Fixsterne, 542; Bewohnbarkeit des Weltalls, 543; über die Austheilung der Fixsterne im Weltraum, 544; eigene Bewegung der Fixsterne, 546; von den veränderlichen Sternen, 548; von den Nebelsternen, 549; Unermeßlichkeit des Weltgebäudes, 550.

Zwölfter Abschnitt.

Von der Schiffahrtskunde, von Seite 372 bis 416.

Einleitung, §. 551; von der Magnet- oder Kompaßnadel, ihrer Abweichung, 552; Neigung, 554; ihrem Gebrauch, 555; vom Lauf eines Schiffs und dessen Abweichung, 556; die Abweichung der Magnetnadel auf der See zu finden, 558; die Geschwindigkeit eines Schiffs zu finden, 560; von Meeresströmen, 562; von den Seecharten, 564; Erfindung des Weges vom Schiff auf denselben, 565; Merkators reducirte Charten, 567; Gebrauch derselben, 569; Vorsicht dabey 570; von der Ebbe und Fluth, 571; mathematische und astronomische Kenntnisse bei der Schiffahrt, 579; von den Schiffsinstrumenten zu Höhenmessungen, 580; Gebrauch derselben, 584; von der Neigung des Meerhorizonts,

586; Erfindung der geographischen Breite auf der See, 588; Gebrauch des Reductionsrahmen, 592; die Zeit auf der See zu finden, 594; von der Erfindung der Länge auf der See, durch Uhren, 598; durch astronomische Beobachtungen, 601.

Dreizehnter Abschnitt.

Von der Gnomonik oder Sonnenuhrkunst, von Seite 416 bis 431.

Allgemeine Begriffe der Gnomonik, §. 609; Nutzen, Mannichfaltigkeit und Richtigkeit der Sonnenuhren, 610; von der Mittagslinie, 612; Methode einen Gnomon aufzurichten und eine Mittagslinie zu ziehen, 613; Beschreibung und Entwurf einer Aequinoctialuhr, 615; einer Horizontaluhr, und Gründe zu deren Zeichnung, 617; Anzeige einer Mittags-, Morgen- und Abenduhr, 621; Entwerfung einer abweichenden Mittagsuhr, 622; Beschreibung einer Azimuthal-Sonnenuhr, die zugleich die Stunden, die Höhe und den Auf- und Untergang der Sonne zeigt, 623; Beschreibung einer Monduhr, 625; einer Sternenuhr, 628.

Vierzehnter Abschnitt.

Von der Chronologie, von Seite 432 bis 455.

Grund und Zweck der Chronologie, §. 630; von den Stunden und Tagen, 631; Tagesanfang, 632; von den Wochen, 633; Benennung der Wochentage nach den Planeten, 634; von den Sonnen- und Mondenmonaten und Jahren, 635; Anfang der Jahre und Namen der Monate, 636; Jahre und Monate der Juden, 638; der Türken, 639; der alten Römer, 640; vom Schaltjahre, 642; Abweichung des Julianischen Ca-

lenders, 643; Calender-Verbesserung unter Gregor XIII, 644; Verbesserter Calender, 647; von dem Sonnencircul, 648; Sonntagsbuchstaben, 650; vom Mondcircul, 652; Römer Zinszahl, 654; Julianische Periode, 655; von den Zeitepochen verschiedener Völker, 659; von den Epacten, 666; von der Calender-Einrichtung und Festrechnung in der Christenheit, 668; bewegliche und unbewegliche Feste, 672; Feste der Juden, 674.

Erster

Erster Abschnitt.

Allgemeine Vorstellung der Sternkunde; verschiedene Arten der Himmelskörper; Erfahrungen beym Anblick des Weltgebäudes; und künstliche Eintheilung der Himmelskugel.

1.

Die Sternkunde (Astronomie) lehrt die Erscheinung, Bewegung, Größe, Entfernung und Beschaffenheit der Himmelskörper zu beobachten, zu berechnen, auszumessen und zu bestimmen.

2. Der Sternkundige untersucht: Welche Erscheinungen und Ortsveränderungen sowol allgemein am Firmament, als an einzelnen Weltkörpern vorgehen; wie solche genau zu beobachten und durch eine schicklich angeordnete Abtheilung der erscheinenden Himmelskugel in Kreise und Puncte vorgestellt und erklärt werden können; ob es mit diesen Erscheinungen

seine Richtigkeit habe, und wie die wahren Fortrükkungen der Himmelskörper eigentlich geschehen; wie sich solche genau berechnen, und die Oerter derselben, so wie eine richtige Zeitabtheilung und die Himmelsbegebenheiten im voraus darnach finden lassen; wie sich die Entfernung und Größe der andern Himmelskörper in Vergleichung mit unserer Erde ergiebt; was sich über die natürliche Beschaffenheit und Einrichtung jener großen Weltkörper durch unsere Fernröhre entdecken, oder über ihre Bestimmung aus Vernunftgründen folgern läßt; nach welchen Gesetzen sich selbige im Weltraum fortwälzen, und wie diese mechanischen Kräfte wirken. Diese verschiedenen Untersuchungen sind Gegenstände der **sphärischen, theoretischen und physikalischen Sternkunde.**

3. Die bekanntesten Himmelskörper sind **Sonne** und **Mond**, und alle übrigen, welche nur als glänzende Puncte erscheinen, führen den allgemeinen Namen **Sterne**, und gehören entweder zu den **Fixsternen** oder zu den **Planeten.**

4. Die **Fixsterne** machen fast das ganze zahllose Heer der Sterne aus. Sie scheinen an der innern Höhlung der Himmelskugel angeheftet zu seyn, indem sie gegen einander ihre Stellung nicht verändern; zeigen sich gewöhnlich mit einem funkelnden Lichte, und werden, ihrer in die Augen fallenden Lichtstärke nach, in sieben Classen eingetheilt: die hellsten sind Sterne,

erster; die diesen zunächst kommenden, zweyter; dann dritter u. s. w. Größe. Sie sind haufenweise unter bildliche Vorstellungen von Menschen, Thieren ꝛc. gebracht, welche Gestirne formiren; auch hat man verschiedenen eigene Namen beygelegt. Zu den Fixsternen gehören ferner: Die sogenannte **Milchstraße**, eine lichtschimmernde Zone am Sterngewölbe; die **Nebelsterne, neblichte Stellen**, welche sich in allen Gegenden des Himmels befinden; die **veränderlichen** Sterne.

5. **Planeten** sind eigentlich nur sechs zum Theil helle aber nicht funkelnde Sterne, welche in einer gewissen Zone mit verschiedentlicher Geschwindigkeit von einem Fixsterne zum andern um den ganzen Himmel laufen. Ihre Namen und Bezeichnungen sind: **Merkur** ☿, **Venus** ♀, **Mars** ♂, **Jupiter** ♃, **Saturn** ♄ und **Uran** ♅. Diese sechs heißen **Hauptplaneten**, außer welchen bis jetzt noch **vier zehn Nebenplaneten** (Monde) bekannt sind, wovon einer um unsere Erde, nemlich der **Mond**; vier um den Jupiter, sieben um den Saturn, und zwey um den **Uran** laufen. Zu den Planeten rechnet man auch bisher die **Kometen**, welche als blasse, in einen starken Nebel eingehüllte und die mehreste Zeit mit einem Schweif versehene Himmelskörper erscheinen. Sie sind einzeln nur zuweilen eine Zeitlang sichtbar, und laufen mittlerweile einen kleinern oder

größern Weg am Himmel nach allen möglichen Richtungen und mit verschiedentlicher Geschwindigkeit durch. Ihre Anzahl läßt sich nicht bestimmen, muß aber sehr ansehnlich seyn.

6. Der Himmel (das Firmament) erscheint als eine hole Halbkugel, in deren Mittelpunkt wir auf der Erde stehen, und an deren innern Fläche alle Himmelskörper sich zeigen.

7. Giebt man einige Stunden auf den gestirnten Himmel Acht, so zeigt sichs, daß fast überall die Sterne ihre Weite von benachbarten nicht ändern, sondern alle gemeinschaftlich von Osten nach Westen auf parallel unter sich liegenden Bögen schräge auf- und abwärts fortrücken. Die Dauer ihrer Sichtbarkeit ist sehr ungleich; es giebt aber auch eine gewisse Gegend, wo Sterne die ganze Nacht hindurch sichtbar bleiben. **Mond** und **Sonne** folgen gleichfalls dieser allgemeinen Fortrückung nach Westen. Am folgenden Abend findet man die Sterne um eine gleiche Stunde fast in eben dem Stande, so daß die gestirnte Himmelskugel in 24 Stunden sich von Osten nach Westen herumzuwälzen scheint.

8. Nach einigen Tagen nimmt man wahr, daß der **Mond** und **sechs** zum Theil kenntliche Sterne (nemlich die Planeten), außer dem vorigen allgemeinen Umlauf, noch eine eigene Bewegung haben, und in einem gewissen Streife der Himmelskugel zwi-

schen den übrigen Sternen (Fixsternen) hindurch, die mehreste Zeit von Westen nach Osten fortrücken.

9. Diese Ortsveränderung der Planeten läßt sich am leichtesten am **Monde** bemerken. Denn wenn dieser Himmelskörper heute Abend nahe bey einem bekannten Fixstern steht, so wird er Morgen um etwa 13° von demselben nach Osten erscheinen. Diese Entfernung nimmt täglich um etwa eben so viel zu, und nach 27 Tagen zeigt sich der Mond wieder bey eben diesem Fixsterne. Demnach läuft der Mond in 27 Tagen einmal den Himmel von Westen nach Osten herum, und macht den nemlichen Weg mit allen Gestirnen gemeinschaftlich in 24 Stunden von Osten nach Westen. Ein ähnliches zeigt sich an den Planeten.

10. Giebt man einige Abende auf die Fixsterne Acht, welche nach geendigter Abenddämmerung an der Westseite des Firmaments erscheinen, so bemerkt man, daß dieselben nach und nach niedriger sich zeigen, und endlich unsichtbar werden. Hingegen kommen an der Ostseite, um eben diese Abendzeit, andere Sterne herauf, welche sich gleichfalls dem westlichen Himmel nähern, indem ein jeder Stern nach einem Monat etwa 2 Stunden früher auf- und untergeht, oder am nemlichen Orte erscheint. Nach einiger Zeit werden diejenigen Sterne vor Sonnenaufgang im Osten glänzen, welche sich vorhin des Abends im Westen zeigten. Endlich sind, nach einem Jahre, am

Abend- und Morgenhimmel um gleiche Zeit eben dieselben Gestirne zu sehen.

11. Der **Mond** leuchtet mit einer periodisch abwechselnden Lichtsgestalt. Wenn er bey der Sonne steht, ist er unsichtbar, und für uns gar nicht erleuchtet (**Neumond**). Einige Abende darauf zeigt er sich nach Sonnenuntergang zuerst wieder in Westen sichelähnlich. Sieben Tage nach dem neuen Lichte steht er 90° von der Sonne, ist an der Westseite halb erleuchtet, und des Abends um 6 Uhr in Süden. Am 15ten Tage nach dem Neumond ist er 180° von der Sonne, scheint mit vollem Lichte die ganze Nacht, und steht um Mitternacht in Süden. Hierauf nimmt sein Licht ab. Nach 7 Tagen hat er sich wieder der Sonne von Westen her bis auf 90° genähert, ist noch halb an der Ostseite erleuchtet, und erscheint des Morgens um 6 Uhr in Süden. Er geht nachher in abnehmender Lichtsgestalt näher zur Sonne, und kömmt nach 29 Tagen mit derselben abermal an einem Ort des Himmels. Der erleuchtete Theil ist allemal der Sonne zugewendet.

12. **Merkur** und **Venus** sind nur entweder des Abends in Westen, oder des Morgens in Osten sichtbar. Ersterer geht aufs höchste 28° und letztere 48° von der Sonne weg. Beyde bewegen sich um die Zeit, da sie das erstemal mit der Sonne an einem Ort des Himmels erscheinen, und sonst gewöhnlich

vorwärts, oder von Westen nach Osten, stehen aber, wenn sie etwa ihre größte Entfernung von der Sonne erreichen, stille und gehen rückwärts, da sie abermal bey der Sonne sich zeigen und zugleich größer erscheinen ꝛc. Hingegen **Mars**, **Jupiter**, **Saturn** und **Uran** können zu aller Zeit des Nachts sichtbar seyn. Kommen sie um Mitternacht in Süden, so erscheinen sie größer, als in der Nähe der Sonne. Sind sie bey der Sonne, so laufen sie am geschwindesten vorwärts nach Osten. Einige Zeit vorher, ehe sie der Sonne gegenüber sind, fangen sie an, sich langsamer zu bewegen, hierauf eine Weile stille zu stehen, und dann um einige Grade rückwärts zu gehen, welches letztere am merklichsten ist, wenn sie 180 Grad von der Sonne entfernt sich zeigen. Endlich stehen sie abermals stille, und gehen dann wieder vorwärts.

13. Die **Sonne**, der **Mond** und alle **Planeten** vollführen ihre Umläufe zwischen zwölf in einer gewissen Himmelszone liegenden Gestirnen; der **Mond** bereits in 27 Tagen, **Merkur** und **Venus** etwa mit der Sonne zugleich; **Mars** in 2, **Jupiter** in 12, **Saturn** in 30, und **Uran** erst in 83 Jahren. Die Sonne beschreibt jährlich genau die nemliche Kreisbahn; der Mond und die übrigen Planeten hingegen weichen jedesmal innerhalb gewisser Schranken zu beyden Seiten davon ab.

14. Die Planeten scheinen oft Fixsternen nahe vorbey zu gehen, oder sie auch zuweilen zu bedecken. Dann und wann kommen zwey Planeten nahe zusammen, oder bedecken sich, welches letztere aber äußerst selten geschieht. Der am schnellsten fortlaufende **Mond** bedeckt sehr oft Fixsterne, auch nicht selten einen Planeten; noch niemals aber hat sich ein Planet oder Fixstern vor dem Mond gezeigt.

15. Zuweilen wird die **Sonne** von einem dunkeln runden Körper, der von Westen her kömmt, auf einige Stunden zum Theil, oder auf wenige Minuten ganz bedeckt, und dies geschieht allemal nur, wenn der Mond bey der Sonne oder im neuen Lichte ist; auch ist zu merken, daß die Sonne an allen Orten nicht gleich stark, ja an einigen gar nicht verfinstert erscheint. Ein andermal verliert der **Mond**, wenn er der Sonne gegenüber und im vollen Lichte ist, seinen Schein auf einige Stunden, entweder völlig, oder nur zum Theil, und diese Verdunkelung verursacht eine Schattenscheibe, die sich von Osten her über dem Mond ausbreitet. Dabey ist zu merken, daß alle diejenigen Bewohner der Erde, welche den Mond zu der Zeit sehen, einen gleich grossen Theil desselben verdunkelt erblicken.

16. Beym ersten Anblick des Himmels fehlen alle Gründe, nach welchen wir die sehr verschiedenen Entfernungen der Himmelskörper von uns beurtheilen

könnten. Wir ziehen in Gedanken gerade Linien nach einem jeden Himmelskörper, und können nur die Winkel, unter welchen diese Linien ins Auge fallen, als ein Maaß zur Bestimmung ihrer Abstände von einander betrachten. Es läßt sich nach fig. 1., wenn das Auge in O ist, nicht empfinden, ob der Lichtstrahl MO oder RO von einem Himmelskörper in m, oder von einem vielmal entferntern in r herkomme, aber der Winkel MOR, unter welchem beyde erscheinen, bleibt uns zu messen übrig.

17. Weil wir nun überall die Längen dieser Gesichtslinien nicht kennen, so entsteht die Vorstellung, daß alle Himmelskörper an der innern Fläche einer Kugel sich aufhalten, und mit derselben herumgeführt werden; und wenn man sich blos um Erscheinungen bekümmert, so läßt sich solche bey allen noch so sehr verschiedenen Entfernungen der himmlischen Körper beybehalten. Denn es sey nach fig. 1. in O das Auge, so werden wir den Mond m in M, den Stern r in R und s in S an diesem eingebildeten Himmelsgewölbe BMZA zu sehen glauben. Unter dem Winkel MoR, dessen Maaß der Bogen RM ist, wird der Mond über dem Stern r, und um RoS oder dem Bogen SR werden beyde Sterne r und s daselbst über einander stehen. Dies sind **scheinbare Entfernungen** an der eingebildeten Himmelskugel; die **wahren** hingegen mr und sr ergeben sich im Weltraume.

Scheinbare und wahre Entfernungen stehen daher niemals in Verhältniß mit einander.

18. Der Himmel hat nicht allein überall auf der Erde die Gestalt einer Kugel, sondern die scheinbaren Entfernungen der Sterne von einander werden aller Orten von gleicher Größe befunden. Dies scheint dem geometrischen Satz zu widersprechen, daß sich die Anzahl Grade vom Bogen eines Kreises nur im Mittelpunct desselben an einem Winkel ergeben, dessen Schenkel diesen Bogen einschließen, wenn man nicht hieraus schon im voraus folgern könnte, daß wir an allen Orten der Erdoberfläche den Mittelpunct der Himmelskugel antreffen müssen, oder daß die ganze Erde in Vergleichung der Größe der scheinbaren Himmelskugel fast für nichts zu rechnen ist.

19. Aus dem vorigen wird es begreiflich, wie sich die Astronomen an der inwendigen Fläche einer blos erscheinenden und nirgends vorhandenen Himmelskugel, **Kreise** und deren **Umfang**, wie bei allen übrigen in 360° abgetheilt vorstellen, weil es hiebey nicht auf die Größe dieser Grade, noch auf die Länge des Halbmessers, womit der eingebildete Kreis beschrieben worden, sondern lediglich auf die Größe des am Auge, das im Mittelpunct desselben zu stehen glaubt, sich formirenden Winkels ankömmt.

20. Der **hohe** oder **niedrige** Stand der Himmelskörper zeigt daher nur an, ob die nach denselben ge-

zogenen Gesichtslinien, mit dem an der Gränze der sichtbaren Halbkugel des Himmels liegenden größten Kreise, dessen Durchschnitt B A fig. 1. ist, mehr oder weniger nach dem Punct Z gerade über uns gerichtet sind, in Graden der Himmelskugel gerechnet. Nach fig. 1. steht hiernach der Mond m höher als die Sterne r und s.

21. Die scheinbare Größe eines Grades der Himmelskugel läßt sich aus der in die Augen fallenden Größe der Sonne und des Mondes, welche zufälligerweise fast gleich groß erscheinen, und etwa 30 Minuten oder **einen halben Grad** fassen, abnehmen. Hiernach ist auch der scheinbare Abstand zweyer Sterne beyläufig zu schätzen. Durch diese scheinbare Größe der Sonne und des Mondes allein, wird unterdessen nichts in ihrer wahren Größe bestimmt: denn nach fig. 2. kann die Mondkugel die sehr verschiedene Größe m und n haben, und doch von a aus betrachtet, unter einem gleich großen Sehewinkel b a c erscheinen. Die Bestimmung der wahren Größe setzt die Kenntniß der wahren Entfernung a m oder a s voraus.

22. Da wir im Mittelpunkt der Himmelskugel zu stehen uns einbilden, so sind wir auch im gemeinsamen Mittelpunkt der Ebenen aller größten Kreise derselben. Diese Ebenen kann man vom Standort aus, so weit man will, ausgebreitet sich vorstellen: denn nicht auf ihre Ausdehnung, sondern allein auf

ihre Neigung gegen unser Auge und gegen einander kommt hier alles an.

23. Wenn z. B. der Mond mit einem Stern in einem gewissen größten Kreise der Sphäre sich befindet, so geht die Ebene dieses Kreises, vom Auge bis an die Himmelskugel ausgebreitet, gemeinschaftlich durch den Mond und den Stern, der Abstand beyder Himmelskörper von uns sey auch noch so sehr verschieden. Wäre nach fig. 1. BZA die Hälfte dieses größten Kreises, und der Zwischenraum BOAZ dessen Ebene, in welcher die Puncte mrs liegen, so müssen Mond und Stern, so lange beyde in dieser Ebene bleiben, von O aus auf BZA erscheinen; sobald aber der Mond senkrecht auf m oder MO im Weltraum steht, so kann er nicht mehr mit dem Stern r oder s zugleich in jenem Kreise sich zeigen.

24. Nach fig. 1. sey AOB der Durchschnitt der Ebene eines größten Kreises, und das Auge in deren Mittelpunct in O. Der Mond stehe senkrecht über h in n, so wird der Winkel gOA, dessen Maaß der Bogen eines andern auf dem vorigen senkrecht stehenden größten Kreises BZA ist, den scheinbaren Abstand des Mondes von OA in Graden bestimmen. Die wahre Entfernung des Mondes von der Ebene AOB, nemlich hn, ist hieraus nicht abzunehmen: denn wenn der Mond weiter weg in l steht, so bleibt der Winkel gOA unverändert, obgleich alsdann seine

Weite von der Ebene AOB, kl ist; im Gegentheil kann der Mond in n oder d gleich weit hn = kd von dieser Ebene entfernt seyn, und doch in O unter verschiedenen Winkeln gOA, fOA von derselben oder ihrem größten Kreise entfernt ins Auge fallen.

25. Die Ebenen der **kleinern** oder mit den größten parallel liegenden Kreisen der scheinbaren Himmelskugel, kann man nicht auf gleiche Art erweitert sich vorstellen, weil das Auge nicht im Mittelpunkt ihrer Kreisebene steht. Ihr Umfang und folglich auch die Größe ihrer Grade nimmt ab, je weiter sie von dem größten Kreise entfernt sind, mit welchem sie parallel liegen, und ihre Grade müssen bey der Berechnung auf das allgemeine Maaß scheinbarer Entfernungen am Himmel, nemlich: **Bögen größter Kreise**, deren Grade überall gleich groß sind, reducirt werden. Es sey in fig. 1. FD der Ebenen-Durchschnitt eines sich auf AOB beziehenden, also mit demselben parallel liegenden kleinern Kreises, so ist Oi die senkrechte Entfernung des Auges von derselben, und zwey Sterne, die in v und w stehen, erscheinen von O aus in a und e.

26. Unter allen gedenkbaren **Puncten, größten und kleinern Kreisen der Himmelskugel**, haben schon seit dem Alterthum diejenigen, welche sich auf den Gesichtskreis eines Orts, und den allgemeinen scheinbaren Umlauf des Himmels oder auf die

wirkliche Fortrückung einzelner Körper beziehen, besondere Namen erhalten. Verschiedene stehen mit einander in Verbindung, beziehen sich aber insgesamt auf drey Haupt- oder größte Kreise, nemlich den **Horizont**, den **Aequator**, und die **Ecliptick**.

27. Der **Horizont** (Gesichtskreis) ist ein größter Kreis, welcher die jedesmal sichtbare Halbkugel des Himmels von der unsichtbaren scheidet. Wenn man auf einem sehr weiten ebenen Felde, oder auf der See, über die Erd- und Meeresfläche allenthalben frey wegsehen kann, so zeigt sich da, wo der Himmel sich mit der Erde zu vereinigen scheint, der **Gesichtskreis**. Dies ist aber eigentlich nur der scheinbare oder sogenannte Meer-Horizont, dessen Kreisebene, wovon die fig. 10. den Durchschnitt R r T zeigt, man sich vom Standort r waagerecht, nemlich so, daß R r T mit der zum Mittelpunct der Erde gehenden Linie r C einen rechten Winkel macht, bis an die Himmelskugel ausgebreitet vorstellen kann. Die Ebene des **wahren Horizonts** n C m hingegen geht vom Mittelpunct der Erde mit der Ebene des scheinbaren parallel eben dahin; und beyde sind wegen der großen Entfernung der Himmelskörper fast für eins zu halten, so daß wir auf einmal, wenn uns keine nahe oder entlegene irdische Gegenstände hindern, auf der Erdoberfläche in r die völlige Halbkugel des Himmels = 180° übersehen, von allen größten Kreisen

liegt daher jedesmal die Hälfte über dem Horizont. Die Himmelskörper gehen am Horizont auf und unter. In fig. 3. ist RZHF ein Durchschnitt der Himmelskugel nach einem größten Kreise, folglich erscheinen alle größte und kleinere Kreise nur zur Hälfte; HWR ist der halbe Kreis des Horizonts; HZR die Hälfte der sichtbaren, HFR die Hälfte der unsichtbaren Halbkugel.

28. **Zenith** heißt der Scheitel-, und **Nadir**, der Fußpunct. Der erste befindet sich senkrecht über unserm Standort in Z, und ist vom Horizont am weitesten, nemlich überall 90° entfernt. Der andere liegt in der unsichtbaren Halbkugel dem Scheitelpunkt gerade gegenüber in F.

29. **Verticalkreise**, sind Bögen größter Kreise von 90° (Quadranten) ZD, ZB, ZH, vom Zenith Z senkrecht nach allen Puncten des Horizonts gezogen, auf welchen die Höhe der Sterne gerechnet wird. Im Horizont hat ein Stern keine; im Zenith die größte mögliche Höhe von 90°. Der Bogen BT ist die Höhe des Sterns T über dem Horizont.

30. **Almucantharats** (Höhenkreise) sind kleinere Kreise der Sphäre, wie LM, XG, mit dem Horizont parallel gezogen, und werden folglich gegen den Scheitelpunct immer kleiner. Sie bemerken auf dem Verticalkreis die Höhe eines Sterns, wie LM für T und alle Sterne, die auf einem gleichen Hö-

henkreise stehen, haben eine gleiche Höhe, wie hier T und V.

31. **Weltgegenden** heissen vornemlich die vier Hauptabtheilungen des Gesichtskreises nach den Tageszeiten: **Morgen, Mittag, Abend, Mitternacht**; oder nach den Winden: **Osten, Süden, Westen, Norden.** Sie liegen folglich 90° von einander. Die Sonne geht zweymal im Jahr des Morgens um 6 Uhr genau in **Osten** auf, und des Abends um 6 Uhr in **Westen** unter. Alle Mittage um 12 Uhr zeigt sie genau den Punct und Verticalkreis Mittag oder **Süden** an, welchem gerade gegen über Mitternacht oder **Norden** ist, wo sie um 12 Uhr des Nachts unter dem Horizont steht. Hat man die Sonne des Mittags in **Süden** gerade vor sich, so ist zur rechten **Westen**, zur linken **Osten** und im Rücken **Norden.** Ein Compaß zeigt auch diese Weltgegenden beyläufig, weil die Magnetnadel beynahe nach Norden weiset, und genau, wenn deren Abweichung bekannt ist. Zwischen diesen 4 Hauptgegenden liegen 4 Nebengegenden, die halb von der einen, halb von der andern ihre Benennung erhalten: **Nordost, Südost, Südwest** und **Nordwest.** Diese 8 haben noch 24 Nebengegenden, so daß bey der Schiffahrt der Horizont 32 dieser Abtheilungen hat. Auch theilt man den Horizont in 360° ein, und zählt solche gewöhnlich vom Ost- und West- bis

zum

zum Süd- und Nordpunct demnach von 0 bis 90°. Die Himmelskörper gehen von Norden durch Osten bis nach Süden am Horizont auf, und von Süden durch Westen nach Norden unter.

32. Die **Morgen-** und **Abendweite** ist ein Bogen des Horizonts, vom Punct Ost oder West nach Süden oder Norden bis dahin, wo ein Himmelskörper auf- oder untergeht. Es sey W der West- also H der Süd- und R der Nordpunct; ein Stern gehe in B unter, so ist WB seine **Abendweite** nach Norden.

33. **Azimuth**, der Winkel am Zenith zwischen dem Verticalkreis nach Süden und einem andern an der West- oder Ostseite des Himmels befindlichen. Sein Maaß ist der zwischen beyden am Horizont liegende Bogen. Es sey ZH der Verticalkreis gegen Süden, ein Stern in T, so ist dessen Azimuth der Winkel HZB oder der Bogen HB westwärts.

34. **Dämmerungskreis**, ein kleinerer Kreis rw, welcher 18° tief unter dem Horizont mit demselben parallel liegt. Wenn ihn die Sonne vor ihrem Aufgang erreicht, so fängt die Morgendämmerung an, und wenn sie ihn nach ihrem Untergange verläßt, so hört die Abenddämmerung auf.

35. Die bisherigen Kreise und Puncte behalten mit und gegen den Horizont, und unter sich eine unverrückte Lage. Wenn aber der Beobachter seinen

Standort von Norden nach Süden und umgekehrt merklich ändert, so ziehen sie sich gemeinschaftlich durch andere Puncte der Himmelskugel; geschieht hingegen die Veränderung des Ortes auch noch so weit nach Osten oder Westen, so kommen die Himmelskörper täglich einmal mit denselben wieder in die nemliche Stellung.

36. Die Himmelskugel scheint sich in 24 Stunden von Osten gegen Westen umzudrehen. Die beyden Punkte, welche hiebey unbeweglich bleiben, heissen die **Weltpole**. Der eine steht in Norden, und der andere in Süden. Wir haben den Nordpol über dem Horizont in dem Vertikalkreis nach Norden. Der Südpol liegt um eben so viel unter unserm Horizont in Süden. In fig. 3. ist N der Nord- und S der Südpol.

37. **Weltaxe**, heißt die Linie NS von einem Weltpol zum andern, und um selbige geschieht eigentlich die scheinbare Umdrehung der Himmelskugel. Sie macht mit der Horizontal-Ebene allemal einen der Polhöhe gleichen Winkel.

38. Der **Aequator AQ** ist ein größter Kreis der Himmelskugel, welcher gerade zwischen beyden Weltpolen, die zugleich seine Pole sind, also 90° von denselben entfernt, liegt. Er theilt die Himmelskugel in die nördliche und südliche Hälfte, ANQ und ASQ. Wenn die Sonne am 21sten März und

23sten September diesen Kreis erreicht, so sind auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang. Weil der Nordpol bey uns beständig in dem nach Norden gehenden Vertical bleibt, so hat der halbe jedesmal über dem Horizont liegende Kreis des Aequators eine unverrückte Stellung schräg nach Süden hin, so daß er den Horizont genau im Ost- und Westpunct, hier in W berührt.

39. Der **Meridian** (Mittagscircul) RZHF, ist ein größter Kreis, welcher die Himmelskugel in die westliche und östliche Hälfte abtheilt, den Aequator senkrecht durchschneidet, durch beyde Pole, imgleichen durch den Scheitel- und Fußpunct geht, und für jeden Stand des Beobachters eine unverrückte Lage behält. Wenn die Himmelskörper in ihrem täglichen Umlauf den Meridian erreichen, so sind sie gerade in der Mitte ihres Weges vom Auf- bis Untergang, und haben ihren höchsten Stand über dem Horizont. Die Sonne steht bey uns um 12 Uhr des Mittags im südlichen Theil des Meridians ZAH. Durch den Meridian gehen, heißt: culminiren.

40. **Tageskreise** sind diejenigen, welche die Himmelskörper in 24 Stunden mit dem Aequator parallel zu beschreiben scheinen, wie ☉ h und n ♂; es sind kleinere Kreise, deren Umfang vom Aequator zu den Polen abnimmt. Im Aequator, als dem größten Tageskreise, erscheint daher ihre tägliche Fortrückung am schnellsten, und wird nach den Polen hin

immer langsamer. Eigentlich aber führt der Theil dieser Kreise, welchen die Himmelskörper vom Auf- bis Untergange beschreiben, wovon on, u☋ die Hälften sind, diesen Namen. Vom Aequator ist allemal die Hälfte WA über dem Horizont, daher sind die in demselben stehenden Sterne 12 Stunden sichtbar. Weil der Nordpol über unserm Horizont steht, so ist von den Tageskreisen, nordwärts vom Aequator, **mehr**; und von den südlichen **weniger** als die Hälfte über dem Gesichtskreis, wie h☋ und ♑n zeigt. Die nordlichen Tageskreise bleiben endlich völlig über, und die südlichen völlig unter dem Horizont, wie dac und fbe.

41. Die **Tropici**, Wendekreise, zwey kleinere oder Parallelkreise, $23\frac{1}{2}°$ auf einer jeden Seite vom Aequator. Sie schließen diejenige Zone ein, in welcher sich beständig die Sonne aufhält. Der Nordliche h☋ heißt der Wendekreis des **Krebses**, welchen die Sonne an unserm längsten, und der Südliche ♑n der Wendekreis des **Steinbocks**, welchen sie an unserm kürzesten Tage beschreibt. Beyde sind also Tageskreise der Sonne für die bemerkte Zeit, nach welcher sie sich wieder zum Aequator wendet.

42. **Polarkreise**, zwey kleinere Circul, cad und ebf, welche um die Weltpole in einem Abstande von $23\frac{1}{2}°$, folglich mit dem Aequator und den Wendekreisen parallel gezogen werden.

43. **Die Coluren**, zwey durch die Weltpole und den Aequator unter rechte Winkel gehende Meridiane, wovon der eine auf dem Aequator, da wo sich die Sonne, wenn Tag und Nacht gleich lang sind, befindet, und der andere in der Sonnenbahn die beyden Puncte angiebt, wo die Sonne, wenn bey uns der längste oder kürzeste Tag einfällt, ihren Stand hat. Jener heißt daher der Colur der **Nachtgleiche**, und dieser der Colur der **Sonnenwende**.

44. **Der erste Punct des Widders** ist der Punct ♈ des Aequators, von welchem man anfängt, die Grade desselben vom Westen gegen Osten zu zählen, und wo zugleich die Sonnenbahn den Aequator durchschneidet. 180° davon liegt der Punct des Aequators, wo dies noch einmal geschieht.

45. **Gerade Aufsteigung**, ist ein jeder Bogen des Aequators oder seiner Parallelen, der zwischen dem durch den ersten Punct des Widders, und dem durch einen Himmelskörper gehenden Meridian liegt, dessen Größe allemal derjenige Punct des Aequators angiebt, welcher mit diesem Himmelskörper zugleich im Meridian steht. Culminirt z. B. die Sonne in ☉, so ist der zugleich culminirende Punct A des Aequators ihre gerade Aufsteigung *); dahingegen ist

*) Man nennt den für jeden Augenblick culminirenden Punkt des Aequators: die Mitte des Himmels.

46. Die schiefe Auf- oder **Niedersteigung**, derjenige Punct des Aequators, welcher mit einem Stern, oder der Sonne ꝛc. zugleich auf- oder untergeht. Geht die Sonne in u unter, so steht vom Aequator der Punct W zugleich im Horizont. Zwischen der geraden Aufsteigung und der schiefen Auf- und Niedersteigung findet sich, wenigstens bey den Fixsternen, allemal genau der nemliche Unterschied.

47. **Abweichung**, ist der Abstand eines Himmelskörpers vom Aequator nach Norden oder Süden, bis zum Pol, also von 0 bis 90° in einem auf dem Aequator senkrecht gezogenen Meridian gerechnet; daher heißt auch der Meridian ein **Abweichungskreis.**

48. **Stundenwinkel**, ein Bogen vom Tageskreise eines jeden Himmelskörpers in Zeit verwandelt, 15 Grad auf eine Stunde gerechnet, indem alle 360 Grade in 24 Stunden durch den Meridian gehen ꝛc. Dieser Winkel ergiebt sich zugleich an den Weltpolen zwischen zwey Meridianen, welche durch die beyden Himmelskörper gehen, deren Stundenwinkel man verlangt.

49. Bey dem veränderten Standort des Beobachters nach **Norden** oder **Süden** leidet die Höhe des Pols, die Lage der Weltaxe, des Aequators, der Tagescircul und ihre Größe, der Wende- und Polarkreise gegen den Horizont, eine gemeinschaftliche Veränderung, auch fällt die schiefe Auf- und Niedersteis-

gung in andere Puncte des Aequators. Eine Ortsveränderung gerade nach **Westen** oder **Osten** aber verändert hier nichts, außer daß der Beobachter andere Meridiane erhält.

50. Die **Ecliptik**, Sonnenbahn, ☊ ♈ ♎ fig. 3. ist derjenige größte Kreis der Himmelskugel, in welchem sich die Sonne jährlich von Westen gegen Osten zu bewegen scheint. Sie durchschneidet den Aequator in zwey einander gegenüber liegenden Puncten, wovon sich hier ♈ zeigt, unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}°$, so daß der um diese Weite vom Aequator entlegenste Punct ☋ der nordlichen Hälfte den Krebs- und der südliche ♑ den Steinbockswendekreis berührt. Die Ecliptik wird in 12 gleiche Theile (Zeichen), und jeder besonders in 30° abgetheilt. Ihre Namen und Bezeichnungen sind von gewissen Sternbildern hergenommen, welche im Alterthum ihre Stellen einnahmen, nemlich: **Widder** ♈; **Stier** ♉; **Zwillinge** ♊; **Krebs** ♋; **Löwe** ♌; **Jungfrau** ♍; **Waage** ♎; **Scorpion** ♏; **Schütze** ♐; **Steinbock** ♑; **Wassermann** ♒; **Fische** ♓. Von der Ecliptik, als einem größten Kreise, liegt für jeden Augenblick die Hälfte über dem Horizont, obgleich unter sehr verschiedenen Stellungen.

51. Da die Ecliptik den Aequator unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}°$ durchschneidet, so hat sie auch ihre besondere **Pole**, welche in einer dieser Neigung glei-

chen Weite von den Weltpolen abstehen, und sich in 24 Stunden um dieselben bewegen, und daher entsteht die vorhin bemerkte veränderliche Lage der Ecliptik über dem Horizont. Ein größter Kreis vom Nordpol der Ecliptik durch den Scheitelpunct gezogen, trift erstere allemal in dem jedesmaligen höchsten Punct, der 90° von dem auf- und untergehenden Punct derselben entfernt ist. Die Pole der Ecliptik liegen auf den Polarkreisen und nach der Figur, der Nordliche in d und der Südliche in e.

52. An der Nord- und Südseite der Sonnenbahn wird in einer Entfernung von 10° ein Kreis mit derselben parallel gezogen, woraus eine Zone von 20 Grad Breite entsteht, die, nach ihrer mit der Ecliptik gemeinschaftlichen Abtheilung in 12 Zeichen, die mehrentheils nach thierischen Figuren benannt sind, der **Thierkreis** heißt. Innerhalb derselben halten sich beständig, außer der Sonne, deren Bahn genau in der Mitte liegt, auch der Mond und die Planeten auf, da letztere von der Sonnenbahn und einige beynahe bis zu dem gedachten Abstande abweichen.

53. **Länge**, heißt ein jeder Bogen der Ecliptik oder ihrer Parallele vom ersten Punct des Widders an gegen Osten gerechnet. Sie wird aber nicht, wie beym Aequator, ununterbrochen in Graden, sondern nach den Zeichen und Graden der Ecliptik besonders gezählt. Gesetzt, die Sonne stehe vom ersten Punct

des Widders 36° nach Osten, so ist ihre Länge 6° ♉ oder 1 Zeichen 6 Grad.

54. **Breite**, ist der Abstand eines Sterns von der Ecliptik gegen Norden oder Süden auf den nach ihren Polen senkrecht gezogenen Kreisen gerechnet, die daher **Breitenkreise** heißen. In der Ecliptik hat daher ein Stern keine Breite, und von da bis zu den Polen derselben nimmt die Breite von 0 bis 90° zu. Die Länge wird nicht allein in der Ecliptik, sondern auf einem jeden zwischen dem Breitenkreis der durch den ersten Punct des Widders geht, und irgend einem andern, liegenden Bogen der Parallelkreise gerechnet.

55. Die beyden Durchschnittspuncte, der Mond-, Planeten- und Kometenbahnen, mit der Ecliptik an der scheinbaren Himmelskugel, heißen: die **Knoten** derselben.

56. Die **Schiefe der Ecliptik**, heißt der Winkel von $23\frac{1}{2}°$, unter welchem die Ecliptik mit dem Thierkreis den Aequator durchschneidet. In der Figur ist es r ♈ A. Da auf den Polarkreisen die Pole der Ecliptik liegen, so haben N d, N c, S e, S f gleichfalls $23\frac{1}{2}°$.

57. Bey einem veränderten Stande des Beobachters nach **Norden** oder **Süden**, wird die Lage der Ecliptik und des Thierkreises gegen den Horizont verändert; auch kommen die Pole der Ecliptik höher oder

niedriger gegen denselben, bey einer Ortsveränderung nach **Osten** oder **Westen** aber behalten diese Kreise ihre Stellung. Die übrigen Puncte und Bögen sind beständig.

58. Es sey fig. 4. ♈ ♎ ♈ der Umkreis des Aequators in einer geraden Linie vorgestellt, so wird ♈ ♋ ♎ ♑ ♈ die Ecliptik; B B ist der Krebs- und D D der Steinbockswendekreis, jener $23\frac{1}{2}°$ nord- und dieser eben so weit südwärts vom Aequator. Demnach ist die Zone B B, D D 47° breit. Zu beyden Seiten der Ecliptik sind, auf 10° Abstand, die Gränzen für den Thierkreis gezogen. Die Sonne durchläuft diesen Kreis in einem Jahr von Westen gegen Osten. Am 21sten März ist sie im Punct ♈, wo die Ecliptik den Aequator zum erstenmal berührt (das **Frühlings-Aequinoctium**), alsdann hat überall auf der Erde der Tag 12 und die Nacht 12 Stunden. Von hier steigt die Sonne in den Frühlingsmonaten durch die Zeichen ♈, ♉ und ♊ vom Aequator nach und nach gegen Norden, und die Tage werden bey uns länger. Am 21sten Junii erreicht sie den Krebswendekreis im ♋, und ist am weitesten, nemlich $23\frac{1}{2}°$ nordwärts vom Aequator entfernt: dann ist in den nordlichen Ländern der längste Tag und die kürzeste Nacht im Jahr (das **Sommersolstitium** oder die Sommersonnenwende). Von hier geht die Sonne in den Sommermonaten durch die Zeichen

♋, ♌, ♍, wieder zum Aequator. Am 23sten September erreicht sie ihn in ♎, macht abermal auf der ganzen Erde Tag und Nacht 12 Stunden lang (das **Herbst-Aequinoctium**). Sie rückt von da unterhalb dem Aequator durch ♎, ♏, und ♐ in den Herbstmonaten, bis sie am 21sten December den Wendekreis des Steinbocks in ♑ berührt, und damit ihren größten Abstand vom Aequator nach Süden von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ erreicht (das **Wintersolstitium** oder die Wintersonnenwende), und zugleich ist bey uns der kürzeste Tag und die längste Nacht. Vom ♑ läuft die Sonne wieder in den Wintermonaten gegen den Aequator herauf durch ♒, ♓, ♈, bis sie den 21sten März abermal den Punct ♈ erreicht, und damit ihren jährlichen Umlauf vollendet.

59. Alle vorhin von §. 27 bis 58 beschriebenen Kreise und Puncte, lassen sich auf einem künstlichen **Globus** oder einer **Ringkugel**, leicht nachweisen, weil solche die gestirnte Himmelskugel, oder ihre Kreise, im Kleinen verhältnißmäßig abbilden. Der Zuschauer steht aber, bey denselben, wider die Wahrheit, außer der Himmelskugel, woraus eine umgewendete Lage der Sterne gegen einander auf ihrer Oberfläche entsteht.

60. Stellt man sich das Auge im Mittelpunct eines Globus oder einer Ringkugel vor, wenn derselbe mit der Polhöhe des Orts der Beobachtung und

den Weltgegenden übereinstimmend gestellt ist, so fallen die Ebenen der größten Kreise dieser kleinen Kugel mit den Ebenen dieser Kreise im Weltraum zusammen; oder die Ebenen der erstern werden, bis an die scheinbare Himmelskugel hinaus erweitert, an derselben die Richtung der letztern daselbst anzeigen, weil der Mittelpunct des Globus überall auf der Erde mit dem Mittelpunkt der scheinbaren Himmelskugel zusammenfällt. Die Ebenen seiner kleinern Kreise hingegen, liegen mit den Ebenen dieser Kreise am Himmel parallel. Ihre Anwendung ist leicht zu zeigen.

Zweiter Abschnitt.

Vom Ursprung der Sternbilder, ihre Beschreibung, Hülfsmittel sie kennen zu lernen, Gebrauch der Himmelskugel ꝛc.

61.

Die fleißigen Beobachtungen jener lichten Körper am Sterngewölbe, sind ohnstreitig bereits bald nach der Bevölkerung der Erde eine Beschäftigung der Menschen geworden, weil der schon sinnlich prächtige Anblick des Himmelslaufes eine gewisse Neubegierde zu erregen fähig ist, und weil sich leicht ergab, daß

die beständig regelmäßigen Fortrückungen derselben eine richtige Abtheilung der Zeit gewähren.

62. Der einmalige Umschwung der Himmelskugel gab die Dauer eines Tages und dessen Abtheilungen, der Lauf des Mondes und dessen periodisch abwechselnde Lichtgestalten Monate und Wochen, und die Wiederkehr der Sonne zu einem nemlichen Punct des Himmels die Länge eines Jahres.

63. Um dies bestimmen zu können, mußten vorher nothwendig die Gestirne, vornemlich diejenigen, durch welche Sonne und Mond ihren Weg nehmen, bekannt seyn, weil sich die Dauer ihres Umlaufes damals beym Mangel vieljähriger Erfahrungen und richtiger Beobachtungswerkzeuge nur durch den Augenschein an ihrer Rückkehr zu einem und demselben Fixstern abnehmen ließ.

64. Daher erfanden schon die Alten das zur Kenntniß der Sterne sehr bequeme Hülfsmittel, sich in der Stellung einiger nicht weit von einander stehender, menschliche oder thierische ꝛc. Gestalten zu gedenken, auch den vornehmsten Sternen besondere Namen beyzulegen, und so entstanden **Sternbilder, Gestirne.**

65. Der bemerkte Auf- oder Untergang eines bekannten Gestirns oder einzelnen hellen Sterns mit der Sonne oder derselben gerade gegen über, ferner dessen Verschwindung in der Abend- oder erste Er-

scheinung in der Morgendämmerung ꝛc., diente in dem ehemaligen Weltalter, die Zeit des Jahres und deren gewöhnlichen Witterungslauf, und damit die darin vorzunehmenden Beschäftigungen des Ackerbaues, der Viehzucht ꝛc. anzuweisen, und die erste Wahrnehmung des Mondes nach dem neuen Lichte kündigte den Anfang eines neuen Monats und die Feyer der der Gottheit geheiligten Tage an.

66. Wir wissen noch aus der Geschichte von den alten Chaldäern, Babyloniern und Aegyptiern verschiedene Gestirne herzuleiten. Die erstern Völker waren besonders als fleißige Himmelsforscher berühmt. Sie bewohnten die weiten Ebenen am Persischen Meerbusen, wo der Anblick des selten bewölkten gestirnten Himmels vielfältige Gelegenheit darbot, dem Laufe der Gestirne nachzuspühren.

67. Die Eintheilung des Thierkreises in 12 Zeichen hat ein hohes Alterthum, und es ist noch unverkennbar, daß jene alten Völker bey der Wahl der bildlichen Vorstellung, womit sie den Raum, worin die Sonne einen Monat verweilte, anfüllten, vornemlich auf den Stand der Sonne, so wie auf das Clima, die Beschaffenheit der Jahrszeit und Verrichtungen beym Feldbau und der Viehzucht in derselben Rücksicht genommen haben *).

*) Herr le Pluche hält die Chaldäer, Herr Dupuis aber die Aegyptier für die Erfinder der Sternbilder

68. Nachher waren vornemlich die Griechen beschäftigt, neue Sternbilder hinzuzufügen, auch die bereits eingeführten nach ihren fabelhaften Götter- und Heldengeschichten oder den bey ihnen wirklich vorgefallenen Begebenheiten umzudeuten, wie denn auch die Planeten von den Göttern der Griechen und Römer ihre Namen erhielten. Die durch ihren Handel berühmten Phönizier, und in den folgenden Zeiten die Araber, haben gleichfalls die Sternwissenschaft getrieben *).

69. So entstanden am Sterngewölbe Bilder von Helden, Göttern, Königen, Thieren, Schlangen, Flüssen, Kronen ꝛc. nach Erdichtungen oder wahren Geschichten, deren Andenken die Alten der Vergessenheit ihrer Nachwelt entreissen wollten. Unterdessen legte bald der Aberglaube den eingeführten Sternfiguren nach dem Stand der Sonne und der Planeten in oder gegen dieselben, Bedeutungen bey, und suchte aus ihren Stellungen die politischen und moralischen Begebenheiten der Erde und des Men-

des Thierkreises. S. meine Anl. zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 6ste Aufl. Seite 52—55.

*) In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, wird der Ursprung der Sternbilder nach den Erdichtungen der Aegypter, Griechen und Römer kürzlich berührt.

schen im voraus anzugeben, woraus die wahrsagende Astrologie erwuchs.

70. Eine aufgeklärtere Vernunft lehrt uns in der neuern Sternkunde eine bessere Anwendung der Sternbilder und des nach demselben zu beobachtenden Himmelslaufes.

Das Firmament wird auch dadurch nicht verunehrt, wenn wir noch jetzt an demselben uns jene uralten nach Fabeln oder wahren Begebenheiten formirten Bilder vorstellen, wie einige der neuern Astronomen glaubten, die nach diesem frommen Wahn, lieber die Heiligen der Bibel und der Kirche, oder die ganze Wapenkunst am Himmel haben wollten.

71. Erst Jahrhunderte nach der allgemeinen Abtheilung der Sterne in Bilder, wagten es die Astronomen, in einem jeden die vornehmsten nach ihrer Stellung gegen einen oder mehrere von den eingeführten Kreisen der Himmelskugel, vornemlich gegen den Aequator, zu bemerken. Hiezu wurden schon genauere Beobachtungen mit Instrumenten erfordert, die man von den ersten Erfindern der Sternbilder nicht erwarten konnte.

72. **Hipparch** war etwa 150 Jahr vor C. G. der erste, welcher ein Verzeichniß der geraden Aufsteigung und Abweichung der kenntlichsten Sterne zusammenbrachte, welches uns **Ptolemeus** aufbehalten hat.

hat. Es enthält 1022 Sterne, in 48 den Alten bekannte Sternbilder vertheilt.

73. Nachher sind Verschiedene bemüht gewesen, jenes sehr unvollkommene Sternverzeichniß durch genauere Beobachtungen zu verbessern. **Tycho** lieferte ein Verzeichniß von 777 der vornehmsten Sterne nach eigenen Wahrnehmungen, welchem **Kepler** 280 hinzufügte. **Halley** beobachtete auf der Insel Helena gegen 400 Sterne am südlichen Himmel. Aus diesen verbesserten Verzeichnissen und eigenen mit genauen Instrumenten angestellten Beobachtungen, brachten **Hevel** zu Danzig nahe an 1900, und **Flamsteed** zu Greenwich an 3000 Sterne zusammen. **Le Monnier, de la Caille, Zanotti, Mayer** ꝛc. haben vornemlich die Beobachtungen der Zodiacalsterne zu vermehren und zu berichtigen gesucht. De la Caille hat am Vorgebürge der guten Hoffnung bey 10000 südliche Sterne beobachtet. Die Herren **de la Lande, Messier, Darquier, von Zach**, und andere, haben gleichfalls viele noch nicht beobachtete Sterne gesammlet.

Die 48 Sternbilder der Alten waren:

Zwölf im Thierkreise.

74. Der **Widder**, der **Stier**, die **Zwillinge**, der **Krebs**, der **Löwe**, die **Jungfrau**, die **Waage**, der **Scorpion**, der **Schütze**, der **Steinbock**, der **Wassermann**, die **Fische**.

Ein und zwanzig Nordlich über dem Thierkreise.

75. Die Caßiopeja, die Andromede, der nordliche Triangel, der Perseus mit Medusens Kopf, der Fuhrmann, der große Bär, der nordliche Drache, der Bootes oder Bärenhüter, die nordliche Krone, der kleine Bär, der Herkules, die Schlange des Ophiuchus, der Ophiuchus oder Schlangenträger, der Geyer mit der Leyer, der fliegende Adler, der Pfeil, der Schwan, der Delphin, das kleine Pferd, der Pegasus oder das Musenpferd, der Cepheus.

Funfzehn Südlich unter dem Thierkreise.

76. Der Wallfisch, der Eridanfluß, der Orion, der Haase, der große Hund, der kleine Hund, das Schiff des Argo, die große Wasserschlange, der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf, der Altar, die südliche Krone, der südliche Fisch.

77. Vor mehr als 200 Jahren haben geschickte Seefahrer aus vielen Sternen der mittägigen Halbkugel zwölf Sternbilder formirt, nemlich: die americanische Gans, den Phönix, die Wasserschlange, den Schwerdtfisch, den fliegenden Fisch, den Chameleon, die Fliege, den Paradiesvogel, den südlichen Triangel, den Pfau, den Indianer, den Kranich.

78. **Tycho** erwähnt zuerst wieder zwey ältere Sternbilder: den **Antinous** und das **Haupthaar der Berenice.** **Halley** setzte die **Eiche Carl II.** und **Royer** die **Taube** und das **Kreuz**, imgleichen die **große** und **kleine Wolke**, am Südlichen Himmel. **Hevel** hat noch das **Sobieskische Schild**, das **Einhorn**, das **Cameelpard**, den **Sextanten**, die **Jagdhunde**, den **kleinen Löwen**, den **Lynx**, den **Fuchs** mit der **Gans**, die **Eidexe**, den **kleinen Triangel**, die **dreyköpfigte Schlange**, eingeführt.

79. **De la Caille** setzte am südlichen Himmel: die **Bildhauer-Werkstatt**, den **chymischen Ofen**, die **Penduluhr**, das **rhomboidische Netz**, die **Grabstichel**, die **Staffeley**, den **See-Compaß**, die **Luftpumpe**, den **See-Octant**, den **Zirkel**, das **Lineal** und **Winkelmaaß**, das **Fernrohr**, das **Mikroskop**, den **Tafelberg.**

80. Noch kommen vor: die **Fliege**, der **Berg Maenalus**, das **Herz Carl II.** Von **le Monnier** haben wir: das **Rennthier** und den **Einsiedler** (einen Indianischen Vogel). **Poczobut** setzte den **Poniatowskischen Stier**, und **de la Lande** Hrn. **Meßier** unter dem Namen Custos Messium unter die Sterne. Ich habe den bereits von **Rirch** eingeführten **Brandenburgischen Scepter** beym **Eridanus** wieder aufgenommen, und 1787 das An-

denken Königs Friedrichs II. durch die Einführung eines neuen Sternbildes unter der Benennung Friedrichs-Ehre zu verewigen gesucht. Hell hat vorgeschlagen: den Georgenpsalter und das große und kleine Herschelsche Teleskop.

81. Hiernach werden wir nunmehro etwa 100 Sternbilder am ganzen Himmel haben. Von den vornemlich in Europa sichtbaren findet man eine nähere Beschreibung ihrer eigentlichen Vorstellung, Lage am Himmel, vornehmsten Sterne, und wie viele Sterne Flamsteed in jedem ansetzt, in meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 6sten Auflage, Seite 63 bis 68.

82. Den vornehmsten Sternen haben bereits die alten Astronomen eigene Namen beygelegt, als Alamak am Fuß, und Mirach am Gürtel der Andromede; Aldebaran, das südliche Auge des Stiers, mit welchem 4 kenntliche Sterne, die Hyaden, in Figur eines V stehen; das Siebengestirn, oder die Plejaden, ein Haufen kleiner Sterne im Stier, worunter der hellste Alcyone heißt; Algenib im Perseus, und Algol am Medusenkopf; im Pegasus sind 3 Sterne 2ter Größe: Algenib, Markab und Scheat; Alhajoth, auch Capella, der helle Stern am Rücken des Fuhrmanns; Alphard, das Herz der großen Wasserschlange; Antares, das Herz des Scorpions; Arcturus im Bootes; der

Nordliche und Südliche Esel, zwey kleine Sterne bey der Krippe (einem Sternhaufen) im Krebs; Atair im Adler; Azimech, auch Spica, die Kornähre, und Vindemiatrix, beyde in der Jungfrau; Bellatrix an der westlichen, Beteigeuze an der östlichen Schulter, Rigel am Fuß, und 3 Sterne, der Jacobsstab, am Gürtel des Orions; Canopus am Steuerruder des Schiffs; Castor und Pollux an den Köpfen der Zwillinge; Deneb am Schwanz des Schwans; Fomahand im südlichen Fisch; Gemma, der hellste in der nordlichen Krone; Mencar am Rachen, und Deneb-Kaitos am Schwanz des Wallfisches; Mesarthim am Ohr des Widders; der Polarstern, der letzte am Schwanz des kleinen Bären; Procyon im kleinen Hund; Regulus das Herz des Löwen; Scheat am Schenkel des Wassermanns; Schedir auf der Brust der Caßiopeja; Sirius, der Hundsstern, am Maul des großen Hundes, ist der hellste Fixstern am Himmel; Wega, der helle Stern in der Leyer; der große Wagen, 7 bekannte Sterne mehrentheils zweiter Größe im großen Bären; Alcor, der kleine Stern über dem mittlern am Schwanz des großen Bären.

83. Die Milchstraße umzieht die ganze Himmelskugel in Gestalt lichter Streifen von ungleicher Breite, durch die Caßiopeja, den Perseus, Fuhr-

mann, den östlichen Arm des Orions, Füße der Zwillinge, Monoceros, Schiff, Füße des Centaurus, das Kreuz, südliche Dreyeck, den Altar, Schwanz des Scorpions, Bogen des Schützen, den östlichen Theil des Ophiuchus, das Sobieskische Schild, Schwanz der Schlange, Adler, Pfeil, Fuchs mit der Gans, Schwan, Kopf des Cepheus, bis wieder zur Caßiopeja.

84. Von den Nebelflecken sieht man keinen mit bloßen Augen, als den am Gürtel der Andromede, alle übrigen sind nur durch Fernröhre sichtbar. Die merkwürdigsten findet man: Um den mittlern Stern am Schwerdt des Orions; im Herkules; im Ophiuchus; verschiedene beym Bogen des Schützen; im Antinous; beym Maul des Pegasus; am Berge Maenalus; am Kopf des Wassermanns; am südlichen Horn des Stiers; über Vindemiatrix in der Jungfrau; beym großen Triangel, Algol, Antares und Ohr des grossen Bären; im Schwan *) ꝛc. Einzelne kleine Sternhaufen und Sterngruppen zeigen sich durch Fernröhre in allen Gegenden des Firmaments, besonders bey der Milchstraße, herum. Sie erscheinen

*) In meinen Himmelscharten habe ich 130 Nebelflecke und Sternhaufen verzeichnet. Herr Herschel hat deren zweytausend am ganzen Himmel durch seine Teleskope gefunden. S. astron. Jahrb. für 1791 und 94.

zum Theil dem bloßen Auge als lichte Stellen. Z. B. bey der östlichen Schulter des **Ophiuchus** und **Orions**, im **Schiff**, großen **Hund**, im **Schützen**, **Schwan**, **Perseus**, **Fuhrmann** ꝛc. Es giebt noch einzelne Sterne, die einen neblichten Schimmer um sich haben.

85. **Neue und veränderliche** Sterne sind besonders folgende: Einer in der **Caßiopeja**, welcher zu **Tycho's** Zeiten im Nov. 1572 sichtbar wurde und auf einmal sehr helle glänzte, im März 1574 aber wieder verschwand. 945 und 1264 soll sich zwischen Cepheus und der Caßiopeja ein neuer Stern eine Zeitlang gezeigt haben. **Kepler** bemerkte am östlichen Fuß des Ophiuchus einen hellen Stern, der 1605 wieder unsichtbar wurde. Seit 1596 beobachtet man den Stern ∘ am Halse des Wallfisches in einer veränderlichen Größe, deren Periode 334 Tage ist; zuweilen gleicht er einem Stern zweiter Größe, und oft ist er kaum durch Fernröhre sichtbar. χ am Halse des Schwans, zeigt sich nach 405 Tagen in seinem stärksten Lichte. Ein anderer bey γ im Schwan wurde 1600, und ein dritter 1670 beym Kopf des Schwans gesehen. 1782 entdeckte **Goodricke**, daß **Algol** am Medusenkopf, jedesmal nach 69 Stunden ein veränderliches Licht habe, und von η **Antinous** bestimmt Herr **Pigot** eine Periode der Lichtabänderung von 7 Tagen ꝛc. **Caßini, Montanari, Maral-**

di, und andere, haben verschiedene Sterne, welche in ältern Verzeichnissen vorkommen, entweder gar nicht finden können, oder von veränderlicher Größe bemerkt. Die Sterne γ im **Widder** und der **Jungfrau**; **Castor**; α im **Herkules**; der **mittlere im Schwanz des großen Bären**, und viele andere zeigen sich durch Fernröhre doppelt, oder haben einen kleinern Stern sehr nahe bey sich *).

86. Am bequemsten ist es, sich die Sterne unter ihren figürlichen Vorstellungen von einem Sternkundigen in heitern Nächten zeigen zu lassen. Allein, diese Gelegenheit findet sich selten, und daher habe ich in der zweiten Abtheilung meiner **Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels** hiezu eine der mündlichen ähnliche Nachweisung zu geben gesucht. Nächstdem dienen Himmelscharten, Globen, Sternkegel, Planisphären ꝛc., wenn sie mit meinem Buche und einer Aufsuchung am Himmel selbst verbunden werden, zur Sternkenntniß.

87. **Bayers** Uranometrie von 1603 enthält auf 51 Bogen alle damals bekannte Sternbilder, und in derselben sind zuerst die Sterne mit griechischen Buchstaben bezeichnet. **Schillers** Coelum stellatum Christianum von 1627, 55 Blätter, zeigt die Gestirne

*) Herr Herschel hat einige Hundert sogenannter doppelt, drey- und vielfach erscheinender Sterne beobachtet. S. meine astron. Jahrbücher von 1786 u. 1790.

in biblischen Figuren. **Hevels** Firmamentum Sobiescianum von 1690, 54 Bogen, stellt die Sternbilder einzeln vor.

88. Die vollständigste Abbildung der Gestirne hat **Flamsteed** 1729 zu London auf 28 großen Bogen geliefert. Sie erschienen 1776 von **Fortin** auf den dritten Theil der Größe reducirt. 1782 gab ich solche mit vielen Verbesserungen und Erweiterungen heraus, unter dem Titel: **Vorstellung der Gestirne**, auf 34 Kupfertafeln, nebst einer Anweisung zum Gebrauch, und einem vollständigen Sternverzeichniß von 5058 Sternen, (Preis 4 Rthlr. 12 Gr.) In **Doppelmayers** Himmelscharten (1742. Nürnberg) stellen vier die beyden Hemisphären nach dem Aequator und der Ecliptik getheilt, und 6 die inwendigen Flächen eines um die Himmelskugel gestellten Würfels vor.

89. Die großen Planisphären von **Vaugondy** (1764) hat Herr **Funck** in Leipzig nachstechen lassen. **Senex** und **Dheulland** haben große Charten vom **Thierkreise** gellefert. In meiner **Anleitung** ꝛc. habe ich jedem Monat eine gewisse Gegend des gestirnten Himmels, für unsern Horizont perspectivisch entworfen, beygefügt; imgleichen eine allgemeine Himmelscharte für unsere Gegenden.

90. **Himmelsgloben** dienen besonders, sich mit den Erscheinungen der Gestirne bekannt zu machen, wenn man dieselben für eine gegebene Zeit gehörig zu

stellen weiß. Die Nürnberger von 1730 haben 12 Zoll im Durchmesser, eine mittlere Sorte 8 und die kleinste 4 Zoll. Meine neue einfüßige Himmelskugel ist neulich zu Nürnberg bey dem Mechanikus, Herrn **Beringer**, fertig geworden, (Preis 10 Rthl. in Golde). Die Globen von **Fortin** und **de la Marche** in Paris kosten das Paar 44 Rthlr. Die Englischen von **Adams** sind noch theurer. **Akrel** in Stockholm hat ein- auch zweyfüßige Himmels- und Erdkugeln besorgt. Zur mechanischen Auflösung verschiedener Aufgaben sind schon Kugeln von mittlerer Größe sehr brauchbar.

91. Zwey hole Halbkugeln hat **Beyer** in Hamburg 1718 verfertigt. Sie stellen die Gestirne an ihrer inwendigen Fläche vor. **Weigels** heraldische Himmelskugel ist gleichfalls hohl. Der bekannte Gottorpsche Globus in Petersburg hat 11 Fuß im Durchmesser.

92. **Sternkegel** bilden die Gestirne an der innern Hölung zweyer sehr flacher Kegel ab. Die Zimmermannischen sind seit 1692 bekannt. Herr **Funck** hat dergleichen größere nach vollständigern Sternverzeichnissen herausgegeben.

93. **Planisphären** schließen die gestirnte Himmelskugel nach ihrer nordlichen und südlichen Hälfte in zwey Kreisebenen ein; man kann auf denselben verschiedene Aufgaben auflösen. Die meiner **Anlei-**

tung zur Kenntniß des gestirnten Himmels beygefügte allgemeine Himmelscharte zeigt, bey einer gewissen Vorrichtung, den Stand der Gestirne gegen den Horizont für eine jede Zeit.

Es wird verlangt:

94. **Eine Himmelskugel nach den Weltgegenden und nach der Polhöhe eines Orts richtig zu stellen:** Man bringt, vermittelst eines Compasses, den messingenen Meridianring in die Lage von Süden nach Norden. Erhebt hierauf den Nordpol um die Anzahl Grade der Polhöhe des gegebenen Orts über den Horizont *).

95. **Die Sterne, welche entweder beständig sichtbar sind, oder nie aufgehen, imgleichen die, welche im Zenith des Ortes kommen, zu bemerken:** Diese zeigen sich bey einer einmaligen Umdrehung des Globus beym Nord- und Südpol herum, und im höchsten Punkt unter dem Meridian.

96. **Den Globus für eine gewisse Zeit so zu stellen, daß er den Stand der Gestirne richtig zeige:** Wird der Ort der Sonne in der Ecliptik für den gegebenen Tag (aus dem auf den Horizont des Glob befindlichen Calender oder astronomi-

*) In meinen astron. Jahrbüchern bis 1788, in Röhls Einleitung in die astron. Wissenschaft 2ter Theil, und in mehrern Büchern, stehen Verzeichnisse der Polhöhen vieler Oerter.

schen Jahrbüchern genommen) unter den Meridian, und zugleich der Zeiger des Stundenrings auf die obere 12te oder Mittagsstunde gestellt, hierauf der Globus herum gedreht, bis der Zeiger die gegebene Stunde angiebt, so kommt die Lage der Gestirne auf seiner Oberfläche unter sich und gegen den Horizont mit ihrer Stellung am Himmel überein. Der Zuschauer muß sich nur erinnern, daß am Himmel die Sterne an der rechten Seite zu suchen sind, welche auf dem Globus an der linken stehen.

97. **Die gerade Aufsteigung, Abweichung, Abend- und Morgenweite der Sonne, aus ihrer bekannten Länge:** Wird der Ort der Sonne unter den Meridian gestellt, so steht der Grad der geraden Aufsteigung im Aequator zugleich mit unter demselben. Die Abweichung wird vom Aequator nord- oder südwärts am Meridian abgezählt, und wird jener an den Ost- oder Westhorizont geführt, so ergiebt sich daselbst die Morgen- und Abendweite.

98. **Die Höhe und das Azimuth der Sonne für eine gegebene Zeit:** Wird der Ort der Sonne unter den Meridian, und der Zeiger auf die zwölfte Mittagsstunde gestellt, alsdann der Globus umgedreht, bis der Zeiger die verlangte Zeit weiset, so wird der am Zenith angeschraubte Vertikalkreis an der West- oder Ostseite des Himmels, über den Ort der

Sonne geschoben, ihre Höhe über dem Horizont und zugleich am Horizont das Azimuth anzeigen.

99. **Die schiefe Auf- und Niedersteigung der Sonne:** Diese zeigt der mit dem bekannten Ort der Sonne am Ost- oder Westhorizont zugleich stehende Grad des Aequators.

100. **Eben das, was §. 97. 98. und 99 vorkömmt, für einen Fixstern, den Mond oder einen Planeten:** Mit dem gegebenen und auf dem Globus nach seiner Länge und Breite aufgetragenen Fixstern wird, so wie mit dem Mond oder einem Planeten, deren aus Calendern oder astron. Jahrbüchern bekannten Oerter mit Bleystift im Thierkreise bemerkt werden, auf gleiche Weise wie bey der Sonne verfahren.

101. **Der Auf- und Untergang, die *Culmination* von Sonne, Mond, Fixsternen und Planeten für einen gegebenen Tag:** Der bekannte Ort der Sonne wird unter den Meridian und der Zeiger auf 12 Uhr, als die beständige Culminationsstunde der Sonne gestellt, hierauf dieser Ort an den Morgen- und Abendhorizont geführt, so weiset der Zeiger auf dem Stundenring ihren Auf- oder Untergang. Wird ein Fixstern unter den Meridian und an den Horizont gebracht, so giebt der Zeiger die Culmination und den Auf- und Untergang desselben an. Das nemliche findet sich auf gleiche Art für

Planeten oder den Mond, wenn deren Oerter im Thierkreise angegeben werden.

102. **Den Tag zu finden, an welchem ein Stern mit der Sonne auf- oder untergeht, imgleichen bey Sonnen-Aufgang unter- oder bey deren Untergang aufgeht:** Hiebey wird der Stern an den Ost- und Westhorizont geführt, und im erstern Fall der Grad der Ecliptik, welcher zugleich mit an der nemlichen Seite des Horizonts steht; im zweiten aber der an der gegenüberstehenden Seite des Horizonts befindliche, gemerkt. Der eine oder andere in einem Calender als der Ort der Sonne aufgesucht, giebt den verlangten Tag.

103. **Der Tag, an welchem ein Stern anfängt, sich zuerst am östlichen Himmel in der Morgendämmerung zu zeigen, oder in der Abenddämmerung in Westen zuletzt gesehen wird:** Nach Beobachtungen steht die Sonne für die kleinsten Sterne 18, für die von der ersten Größe 12, und für die Planeten noch wenigere Grade unter dem Ost- und Westhorizont, wenn sie aufhören und anfangen, sich zu zeigen. Wird demnach ein Stern 1ster Größe an den Osthorizont geführt, und mit dem am Zenith befestigten Verticalkreis der am westlichen Himmel 12° hoch stehende Punct der Ecliptik gesucht, und 6 Zeichen zu der Länge desselben addirt, so ergiebt sich die Länge der alsdann unter dem östli-

chen Horizont um 12° tief stehenden Sonne, und damit aus einem Calender der Tag, da dieser Stern, von den Strahlen der Sonne befreyt, sich in der Morgenröthe zuerst zeigt. Ein ähnliches Verfahren giebt im Gegentheil die Verlierung eines Sterns in der Abenddämmerung am westlichen Himmel.

104. **Wie viel ein Stern später oder früher auf- und untergeht, als ein anderer:** Dies ergiebt sich aus dem Zeitunterschied, den der Zeiger am Stundenring weiset, wenn beyde Sterne nach einander an den Horizont geführt werden.

105. **Welche Sterne für eine gegebene Zeit gleich hoch, also auf einem und demselben Almucantharat oder in dem nemlichen Verticalkreis, also in einer gleichen Himmelsgegend, stehen:** Wird beydes durch den am Zenith befestigten Quadranten oder Vertikalkreis leicht gefunden, wenn man selbigen um den Scheitelpunkt an der Kugel herumführt *).

106. Den Gebrauch der Sternkegel lehren die beyden **Zimmermannschen** und **Funkischen** herausgekommenen Beschreibungen.

*) S. Vollständiger Unterricht vom Gebrauch der künstlichen Himmels- und Erdkugeln, vom Hrn. Professor Scheibel, Breslau, 8. 1779, und dessen Erläuterungen und Zusätze, mit Kupf. Breslau 1785.

Auf den Planisphären, welche im Mittelpunct die Weltpole, folglich den Aequator am Umkreise haben, und die auf Pappe gezogen, innerhalb eines in 24 Stunden abgetheilten Kreises sich umdrehen lassen, können verschiedene Aufgaben aufgelöst werden.

107. **Die gerade Aufsteigung und die Abweichung eines Fixsterns.** Alle vom Pol bis zum Aequator gezogene Halbmesser sind Quadranten von Meridianen; und einer ist gewöhnlich in Grade eingetheilt. Wird also ein Lineal an den Pol und den gegebenen Fixstern gelegt, so zeigt es am Aequator die gerade **Aufsteigung**, und die Weite vom Aequator bis zu dem Stern, am abgetheilten Meridian gemessen, bestimmt die **Abweichung.**

108. **Das vorige von der Sonne oder einem Planeten für eine gegebene Zeit.** Ueber dem Ort der Sonne in der Ecliptik wird, vom Nord- oder Südpol aus, ein Lineal gelegt, welches auf eine ähnliche Art, wie vorhin, das verlangte angiebt. Der Ort eines Planeten wird im Thierkreise mit Bleystift bemerkt, und dann läßt sich von ihm ein gleiches finden.

109. **Die Zeit der Culmination eines Fixsterns oder Planeten.** Der oben gefundene Grad der geraden Aufsteigung der Sonne wird auf die 12te Stunde in beyden Planisphären gestellt, hierauf ein Lineal an den Pol und den Ort des gegebenen Him-

mels;

melskörpers gelegt, so zeigt solches auf dem Stundenkreise die verlangte Zeit.

110. **Die Planisphären für eine gewisse Stunde mit dem Himmel übereinstimmend zu stellen.** Der Grad der geraden Aufsteigung der Sonne wird in beyden auf die 12te Stunde geschoben, und alsdann das Lineal an den Pol und die gegebene Stunde gelegt, so zeigt es den Meridian und die zugleich culminirenden Sterne, woraus sich die Lage der übrigen rechts und links gegen dieselben, nachdem das Planisphär die Gestirne an der in- oder auswendigen Fläche der Himmelskugel vorstellt, ergiebt.

111. Ein Kreis vom Nord- und Südpol aus mit dem Halbmesser der Graden der Polhöhe des Orts beschrieben, schließet auf dem nordlichen Planisphär alle nie untergehende, und auf der südlichen alle nie aufgehende Sterne ein. Ein Kreis endlich, vom Nordpol aus, mit einem dem Complement der Polhöhe zu 90° gleichenden Halbmesser, bezeichnet alle Sterne, die durchs Zenith gehen.

112. Auf dergleichen Planisphären läßt sich auch der Horizont anbringen, und an demselben die Zeit des Auf- und Unterganges ꝛc. der Sterne bestimmen. Man darf nur durch den Punct des eingetheilten Meridians, der um die Polhöhe des gegebenen Orts vom Nordpol absteht, und den beyden Puncten des Aequators, die von jenem Meridian 90° entfernt

sind, einen Bogen ziehen, so wird dessen innere Seite der Horizontabschnitt für das nordliche, und die äussere der für das südliche Planisphär. Pappscheiben mit diesen Ausschnitten dienen alsdann zu Horizontdecken. Die meiner **Anleitung** ꝛc. beygefügte allgemeine Himmelscharte zeigt in einer einzigen Scheibe, auf welcher ein transparenter Horizont mit seinen Kreisen gelegt wird, alles Vorhergehende und auch den Stand der Gestirne gegen den Gesichtskreis, ihre Verticalkreise, Höhe, Azimuth ꝛc. für eine jede gegebene Zeit.

113. Planisphären, welche die Pole der Ecliptik im Mittelpunct, und die Ecliptik selbst im Umkreise haben, zeigen die Länge und Breite der Fixsterne und Planeten auf eine ähnliche Art, wie man bey den vorigen die gerade Aufsteigung und Abweichung findet.

Dritter Abschnitt.

Von der Sternen- und Sonnenzeit, Aufgaben aus der sphärischen Astronomie, Vorrückung der Nachtgleichen, Refraction und Parallaxe.

114.

Wenn sich die gestirnte Himmelskugel von Osten gegen Westen einmal umgewälzt, und also ein jeder Fixstern wieder im Meridian erscheint, so ist ein Sternentag verflossen. Da nun diese Umwälzung beständig gleichförmig geschieht, und ein solcher Sternentag in 24 Stunden eingetheilt wird, so folgt, daß von den 360 Graden des Aequators in einer Sternstunde 15, in zwey 30, in drey 45 u. s. f. durch den Meridian gehen. Hiernach müssen, da sowohl eine Stunde als ein Grad 60 Minuten, eine Zeitminute und eine Gradminute 60 Secunden haben,

in einer Zeitminute 15 Minuten

in einer Zeitsecunde 15 Secunden

im Bogen des Aequators den Meridian passiren. Es

gehen z. B. in 14 Stund. 32′ 55″ ..... 218° 13′ 45″ durch, denn 14 Stund. 15° = 210°

32 Minut. 15′ = 8

55 Sec. 15″ = 0 13′ 45″

218° 13′ 45″

oder die Stunden mit 15 multipl. geben **Grade**; die Zeitminuten mit 4 divid. geben **Grade**, und das übrig bleibende mit 15 multipl. **Bogenminuten**; endlich die Zeitsecunden mit 4 divid. **Bogenminuten**, und das übrig bleibende mit 15 multipl. **Bogensecunden**. Und da im Gegentheil auf 15° **eine Stunde**, auf 15′ **eine Minute**, und auf 15″ **eine Secunde** Zeit verfließt, so geht jeder Grad **in 4 Minuten**, jede Minute **in 4 Secunden**, und jede Secunde **in 4 Tertien** (eine Minute hat 60 Tertien, man behält aber nur die Secunden bey) Zeit durch den Meridian, und die Verwandlung eines Bogens vom Aequator in Sternenzeit ist sehr leicht.

115. Da nun die gerade Aufsteigung in oder mit dem Aequator parallel von 0° ♈ ostwärts gerechnet wird, so trägt z. B. die gerade Aufsteigung eines Sterns von 218° 13′ 45″, in Sternenzeit (Zeit der ersten Bewegung) 14 Stund. 32′ 55″ aus, oder er kömmt allemal um so viel später als der Frühlings-Aequinoctialpunct in den Meridian. Wird eine Penduluhr so eingerichtet, daß sie genau 24 Stunden von der Culmination eines gewissen Fixsterns bis zur

nächstfolgenden beschreibt, und ihr Zeiger, wenn 0° ♈ culminirt, auf die 12te Mittagsstunde gestellt, so giebt sie die gerade Aufsteigung aller culminirenden Sterne in Zeit der ersten Bewegung an.

116. Erschiene die Sonne beständig bey einem und demselben Fixstern, so würden Sternen- und Sonnentage gleich lang seyn; so aber rückt die Sonne während einer einmaligen Umwälzung der Himmelskugel um etwa einen Grad nach Osten, und daher entsteht ein Unterschied. Nach fig. 5. dreht sich die Himmelskugel AmBD genau in 24 Sternstunden einmal nach der Richtung Am oder von Osten gegen Westen ꝛc. um die in der Mitte C stehende Erde *). Nun sey ein Fixstern m heute mit der Sonne S zugleich im Meridian mSCD. Nach 24 Sternstunden ist dieser Fixstern abermal in m; die Sonne S hat sich aber inzwischen in ihrer jährlichen Bahn STRV in entgegengesetzter Richtung bis in T um etwa einen Grad bewegt, und erscheint links von dem Fixstern in n. Damit sie nun wieder in den Meridian kommen kann, muß sich die Himmelskugel noch um mn = 1° umwälzen, womit 4 Min. Zeit verfließen. Daher sind die Sonnentage 4 Minuten länger als die Sternentage.

*) Man nimmt hier, der Wahrheit unbeschadet, noch Scheinbewegungen an.

117. Nun zählen uns unsere Taschen- und Penduluhren die Zeitdauer des scheinbaren Umlaufs der Sonne, oder den Sonnentag in 24 Stunden ꝛc. gleichförmig abgetheilt zu. Wollten wir den Umlauf der Sterne für einen bürgerlichen Tag rechnen, und hiernach eingerichtete Uhren, wenn 0° ♈ culminirt, auf die 12te Mittagsstunde stellen, so würden diese, weil die Sterne täglich um ohngefähr 4 Minuten früher, als die Sonne, den Meridian erreichen, monatlich etwa 2 Stunden früher, als die Sonne, Mittag zeigen, und nach 6 Monaten um die wahre Mitternachtszeit der Sonne, 12 Uhr Mittags angeben.

118. Die tägliche Bewegung der Sonne von Westen gegen Osten trägt bald 57, bald 61 Minuten aus, und daher sind die Sonnentage nicht immer gleich lang. Der jährliche Umlauf der Sonne dauert 365 Tage 5 St. 48′ 45″, indeß hat sie 360° vom Aequator zurückgelegt, und ihre mittlere tägliche Bewegung ist 59′ 8″: daher heißt die Zeit, innerhalb welcher 360° 59′ 8″ durch den Meridian rücken, ein **mittlerer Sonnentag**, und dessen 24ster Theil eine mittlere Sonnenstunde, in welcher folglich $\frac{360° \; 59' \; 8''}{24} = 15° \; 2' \; 28''$ des Aequators den Meridian passiren. Die Fixsterne kommen hiernach täglich um 3′ 56″ früher, als die Sonne, in den Me-

ridian *). Unsere mechanischen Uhren sind nun so eingerichtet, daß sie 24 Sonnenstunden beschreiben, während 360° 59′ 8″ vom Aequator den Meridian passiren, oder 24 Stund. 3′ 56″ Sternzeit verfliessen.

119. Die erste Ursache der ungleichen Länge der Sonnentage ist: weil die Sonne sich selbst ungleich bewegt, z. B. im Januar täglich 61′ 11″, im Julii aber nur 57′ 11″. Die zweite: weil sie in einer um $23\frac{1}{2}°$ sich gegen den Aequator neigenden Bahn fortrückt, so daß auch daher ihre tägliche Bewegung, auf den Aequator reducirt, ungleiche Bögen giebt. Es sey fig. 6. QA der Aequator von o bis 90°, und ♈l der vierte Theil von der Ecliptik ba; di, rm und Al stellen Bögen von Meridianen vor, die senkrecht auf dem Aequator stehen. Rückt nun die Sonne um die Zeit der Tag- und Nachtgleiche nahe bey ♈ in 24 Stunden von a bis i, so trägt dieser Bogen der Ecliptik durch zwey Meridiane auf den Aequator gebracht, bis auf eine Kleinigkeit in demselben nur den kleinern bd oder an in seinem Parallelkreise aus: denn in dem bey n rechtwinklichten Dreyeck ani ist nai = b♈, a = $23\frac{1}{2}°$ die Schiefe der Ecliptik: nun

*) Sie müssen also monatlich 2 Stunden, und nach einem Jahre um einen ganzen Tag früher den Meridian erreichen, demnach in 365 Sonnentagen 366 mal den Himmel umlaufen.

ist Cos. ian = Tang. an. Cot. ai oder Tang. an = $\frac{\text{Cos. ian}}{\text{Cot. ai}}$. Um die Zeit der Sommersonnenwende hingegen bey ☋ läuft die Sonne mit dem Aequator QA fast parallel, und weil sie auf einem $23\frac{1}{2}^{\circ}$ = Al von demselben entfernten Parallelkreis ul fortrückt, so trägt z. B. ihre tägliche Bewegung ml durch zwey Meridiane mr und lA auf den Aequator reducirt, nemlich rA, hier mehr aus, weil diese Meridiane oder Abweichungskreise von den Polen zum Aequator weiter auseinander gehen. In diesem Puncte der Ecliptik giebt $\frac{\text{ml}}{\text{Cos. Al}}$ den Bogen ml auf den Aequator reducirt.

120. Es gehen also bald mehr, bald weniger als 360° 59′ 8″ des Aequators von einer Culmination der Sonne zur nächstfolgenden durch den Meridian, und daher müssen die Astronomen die **wahre** und die **mittlere Zeit** von einander unterscheiden. Jene macht die Sonne durch ihre langsamere oder geschwindere Fortrückung sowol in ihrer eigenen Bahn, als durch die Reduction von jener auf den Aequator, und die daher ungleiche Zeitdauer ihres einmaligen Umlaufs am Himmel bestimmt die genaue Länge des wahren Sonnentages, dessen Stunden und deren Abtheilungen alle richtig gezeichneten und aufgestellten Sonnenuhren zeigen. Die mittlere Zeit hingegen

wird bloß nach der angenommenen mittlern Bewegung der Sonne berechnet. Unsere gewöhnlichen, auf oben beschriebene Art eingerichteten Uhren, können, da sie beständig einen gleichförmigen Gang haben sollen, nur die mittlere und gleiche Sonnenzeit weisen, und geben nur viermal im Jahr, nemlich am 14. April, 14. Jun., 30. Aug. und 23. Decemb., da die mittlere Zeit mit der wahren zusammenfällt, zugleich die wahre Sonnenzeit an *).

121. Der Unterschied zwischen der wahren und mittlern Zeit heißt die **Zeitgleichung.** Stellt man sich noch eine erdichtete Sonne vor, welche im Aequator täglich 59′ 8″ gegen Osten fortrückt, so folgt, daß solche mit der wahren Sonne zugleich genau nach Verfluß eines Jahres ihren Umlauf am Himmel vollenden, und inzwischen bald die wahre, bald die erdichtete Sonne den Meridian früher erreichen müsse.

*) Man kann sich übrigens die Zeitdauer des täglichen Kreisumlaufs eines jeden Himmelskörpers in 24 Stunden abgetheilt vorstellen, da dann allemal 15° dieses scheinbaren Kreises auf eine Stunde gehen; es ist also die im §. 114 gegebene Anweisung zur Verwandelung der Bögen in Zeit, und umgekehrt, zu gebrauchen, und die Stunden sind als wahre Sonnenstunden, wenn von der Sonne; als Mondstunden, wenn vom Mond; als Sternstunden, wenn von Fixsternen die Rede ist, zu nehmen.

Käme die letztere in den Meridian, so träfe der mittlere Mittag ein, den alle Taschen- und Penduluhren angeben müssen; erreicht aber die wahre Sonne diesen Kreis, so wäre der wahre Mittag, den alle Sonnenuhren weisen, und der Zeitunterschied zwischen beyder Culmination die Zeitgleichung, welche o wird, wenn beyde zugleich im Meridian stehen. Da ferner der mit der Sonne gemeinschaftlich culminirende Punct des Aequators ihre gerade Aufsteigung ist (§. 45.), so wird die **Zeitgleichung** gleichfalls aus dem **Unterschied zwischen der mittleren und geraden Aufsteigung** oder Länge der Sonne (die einerley sind, weil beyde von o° ♈ an gerechnet werden) und **der wahren geraden Aufsteigung der Sonne** gefunden. Führte man nun allgemein die mittlere Zeit ein, und stellte die Uhren zu Mittag auf die in meinen astronomischen Jahrbüchern für jeden Tag vorkommende **mittlere Zeit im wahren Mittag**, so würde eine in der Folge bemerkte Abweichung der Uhr bloß den ungleichen Gang derselben anzeigen. Es würde mehr Regelmäßigkeit in der Zeitbestimmung entstehen, und auch der sich im Februar und October ereignende größte Unterschied zwischen der wahren und mittleren Zeit von etwa einer Viertelstunde, könnte in den bürgerlichen Geschäften keine Unordnung veranlassen.

Es wird gesucht:

122. Die **Mittagslinie.** Die gewöhnlichste Methode ist diese: Auf einer ebenen und wasserrecht liegenden Kupfertafel oder Steinplatte, beschreibe man aus einem Mittelpunct C fig. 7. verschiedene Kreise, richte in C einen Stift von 6 und mehreren Zollen lang senkrecht auf, und bemerke Vormittags von etwa 9 bis 11 und Nachmittags von 1 bis 3 Uhr, die Puncte, wenn und wo das Ende vom Schatten des Stifts einen der beschriebenen Kreise des Vormittags in b, b, b, des Nachmittags in a, a, a, berührt; ziehe alsdann diese Puncte durch gerade Linien wie ab zusammen, und theile jede zur Hälfte, durch welche alsdann von C aus, CA die Mittagslinie giebt, auf welche der Schatten des Stifts allemal um 12 Uhr Mittags wahrer Zeit fallen muß.

123. **Die Höhe eines Himmelskörpers:** Diese wird mit einem Quadranten CDE fig. 8. gemessen. Die Seite DC liegt horizontal, also geht DCr zum Horizont, CE steht vertikal, welches die von C an einem Faden herabhängende Bleikugel angiebt; demnach geht nCZ zum Zenith, und C ist der gemeinschaftliche Mittelpunct des Quadranten und der Himmelskugel. Um C ist das Fernrohr CA beweglich; zeigt sich also an einem in der Mitte desselben aufgestellten Horizontalfaden ein Stern nach der Richtung ACm, so ist mCr = DCA dessen Höhe

über dem Horizont, und der Bogen des Quadranten DA giebt die Grade derselben an.

124. **Die Polhöhe eines Orts durch Beobachtung der nordlichen Sterne, welche niemals untergehen:** Wenn im Winter die Nächte länger als 12 Stunden sind, so sieht man diese Sterne in Norden einmal über in c fig. 3. und 12 Stunden hernach in d unter dem Pol durch den Meridian ZNR gehen. Wird nun alsdann beydemal ihre Höhe über dem Horizont gemessen, von der größern Rc die kleinere Rd abgezogen, so bleibt cd übrig, und hiervon die Hälfte zu Rd addirt, oder von Rc subtrahirt, giebt die Polhöhe RN.

125. **Die Abweichung der Himmelskörper, wenn die Polhöhe bekannt ist:** Man messe ihre Höhe im Meridian, so giebt, da die Höhe des Aequators HA fig. 3. allemal dem Complement der Polhöhe RN zu 90° gleich ist, der Unterschied der beobachteten Höhe und der bekannten Höhe des Aequators, die Abweichung, welche, wenn die erstere größer als die letztere **nordlich** und im Gegentheil **südlich** ist. In ☉ sey die Sonne, K sey der Stern, so ist AK seine nordliche Abweichung, und HK seine Mittagshöhe. Nun ist aber HK — HA = AK.

126. **Aus der beobachteten Höhe, wenn die Abweichung bekannt ist, die Polhöhe:** Die Sonne sey in ☉ fig. 3., so ist H☉ ihre Höhe;

nun ist aber H ☋ — A ☋ = HA die Höhe des Aequators, und 90° — HA die gesuchte Polhöhe RN.

127. **Aus beobachteter geraden Aufsteigung** ♈E fig. 3 oder 6. **und Abweichung der Sonne** EP, 1) **die Schiefe der Ecliptik** P♈E, **und** 2) **die Länge der Sonne** ♈P: In dem bey E rechtwinklichten sphärischen Dreyeck PE♈ ist Sin. ♈E ≡ Tang. EP. Corang. P♈E, oder da hier P♈E gesucht wird: Cot. P♈E = $\frac{\text{Sin. } ♈E}{\text{Tang. } EP.}$

Ferner ist Cos. ♈P = Cos. ♈E. C os. EP.

128. **Aus der bekannten Polhöhe** RN fig 3. **und Abweichung eines Himmelskörpers, den Unterschied seiner geraden Aufsteigung und schiefen Auf- oder Niedersteigung, und daraus seine Verweilung über dem Horizont:** Gesetzt, er gehe in u am Horizont unter, so ist der Punct des Aequators ♈, der mit ihm untergeht, seine schiefe Niedersteigung; läßt man vom Pol durch u einen Abweichungskreis oder Meridian ut herab, so ist in dem bey t rechtwinklichten sphärischen Dreyeck ♈ut, t die gerade Aufsteigung, ♈t der Unterschied der geraden Aufsteigung und schiefen Niedersteigung, tu die Abweichung nordlich, und u♈t = A♈H die Höhe des Aequators = dem Compl. der Polhöhe. Und es wird: Sin. ♈t = Tang. ut. Cot. u♈t.

Nun giebt ♈ t in Zeit verwandelt, und zu 6 Stunden, die nemlich der Punct ♈ vom Meridian A zum Horizont braucht, addirt, den halben Tagbogen A t = ☉ u, oder die halbe Verweilung des Himmelskörpers u über dem Horizont; bey südlicher Abweichung wird ♈ t von ♈ A subtrahirt. Auf eine ähnliche Art findet man aus dem Unterschied der geraden und schiefen Aufsteigung oder Niedersteigung der Sonne, die Länge des Tages.

129. **Aus der bekannten Abweichung eines Himmelskörpers und der Polhöhe, die Morgen- oder Abendweite desselben.** Er gehe nach fig. 3. in u unter, so ist t u und u ♈ t = A ♈ H bekannt, und ♈ u ist die zu suchende Abendweite. Es ist aber Sin. u t = Sin. u ♈ t. Sin. ♈ u, oder da hier ♈ u verlangt wird, $\text{Sin. } \curlyvee u = \frac{\text{Sin. u t}}{\text{Sin. u } \curlyvee t}$.

130. **Aus der Abweichung der Sonne und Polhöhe, die Höhe der Sonne über dem Horizont für eine gegebene Tagesstunde.** Nach fig. 3. stehe die Sonne am westlichen Himmel in P; man ziehe durch dieselbe einen Meridian oder Abweichungskreis NPE und einen Scheitelkreis ZPY, so ergiebt sich das schiefwinklichte sphärische Dreyeck ZNP, in welchem bekannt ist: PN = dem Complement der Abweichung PE, NZ dem Complement der

Polhöhe RN, und ZNP = dem Stundenwinkel oder dem Abstand des Meridians NPE vom allgemeinen Meridian NZH, zufolge der gegebenen Zeit, welche in einen Bogen vom täglichen Umlauf der Sonne reducirt wird. Hieraus ist ZP das Complement der Sonnenhöhe YP und damit YP selbst zu finden. Wird von Z auf PN ein Perpendicul Zi gefällt, so entstehen zwey bey i rechtwinklichte sphärische Dreyecke ZiP und ZiN, und die Seite PN wird in zwey Theile x und y getheilt. Nun ist Tang. x = Tang. ZN. Cos. ZNP, NP — x = y; dann Cos. x : Cos. ZN = Cos. y : Cos. ZP.

131. **Aus der Pol- und Sonnenhöhe nebst Abweichung der Sonne, die Stunde des Tages:** Hier sind nun in dem Dreyeck ZNP fig. 3. alle drey Seiten bekannt, und der Stundenwinkel oder Abstand vom Meridian ZNP wird gesucht. Man setze NZ = B; NP = C; ZP = A, und ZNP = a, so ist

$$\text{Sin. } \tfrac{1}{2}a^2 = \text{Sin. } \frac{A+B-C}{2} \cdot \text{Sin. } \frac{A-B+C}{2} : \text{Sin. B. Sin. C.}$$

Woraus a im Bogen gefunden wird, und in Zeit zu verwandeln ist.

132. **Aus der Pol- und Sonnenhöhe, für eine gegebene Tagesstunde, 1) das Azimuth, und 2) den parallactischen Winkel:** Hier ist nach fig. 3. und der obigen Erklärung NZ und ZP, imgleichen ZNP bekannt, und 1) PZN dessen Er-

gänzung zu 180° der Winkel HZP oder das Azimuth zu finden:

Cot. NZi = Tang. ZNP Cos. ZN

Cot. ZN : Cos. NZi = Cot. ZP : Cos. PZi

PZi + NZi = PZN;

nun ist 180° — PZN das Azimuth. 2) ZPN, den Winkel, den der Vertikal mit dem Abweichungskreise macht, oder den **parallactischen Winkel** zu finden:

Sin. PZ : Sin. ZNP = Sin. ZN : Sin. ZPN.

133. **Aus der gegebenen Schiefe der Ecliptik und der geraden Aufsteigung und Abweichung eines Sterns, dessen Länge und Breite:** Es sey fig. 6. T dieser Stern, so ist ♈ y dessen gerade Aufsteigung, y T dessen nördliche Abweichung, und x ♈ y die Schiefe der Ecliptik bekannt. Seine Länge ♈ x und Breite x T wird gesucht. Hier kommen zwey rechtwinklichte sphärische Dreyecke T y ♈ und T x ♈ vor. In dem erstern ist ♈ y und y T bekannt. Und man hat:

I. $\frac{\text{Sin. } ♈\,y}{\text{Tang. } y\,T}$ od. Sin. ♈ y . Cot. y T = Cot. T ♈ y

T ♈ y — x ♈ y = T ♈ x.

II. Cos. ♈ y . Cos. y T = Cos. ♈ T;

die Hypothenuse ♈ T ist beyden Dreyecken gemein, also in dem Dreyeck T x ♈.

III. $\frac{\text{Cos. T ♈ x}}{\text{Tang. ♈ T}}$ = Cot. ♈ x od. Cos. T ♈ x . Tang.

♈ T = Tang. ♈ x;

♈ x

♈x ist im ersten Quadranten die Länge selbst; im zweiten wird dieser Bogen von 6 Zeichen subtrahirt, im dritten zu 6 Zeichen addirt, und im vierten von 12 Zeichen subtrahirt.

IV. Sin. T♈x . Sin. ♈T = Sin. xT;

die Breite xT ist in diesem Fall nordlich.

134. **Aus der gegebenen geraden Aufsteigung der Sonne und eines Sterns, die Culmination des Sterns:** Man ziehe von der bekannten geraden Aufsteigung des Sterns die gerade Aufsteigung der Sonne am Mittage des vorgegebenen Tages ab, und verwandle den übrig bleibenden Bogen in Zeit. Setze alsdann: 24 Stunden verhalten sich zu der 24 stündlichen Veränderung der geraden Aufsteigung der Sonne an diesem Tage in Zeit verwandelt, wie die vorhin gefundenen Stunden ꝛc. zur 4ten Proportionalzahl, welche allemal von jener Anzahl Stunden, Minuten und Secunden subtrahirt wird; der Ueberrest ist die wahre Sonnenzeit, da der Stern nach Mittag culminirt. Oder den in den astronomischen Jahrbüchern für jeden Mittag vorkommenden östlichen Abstand 0° ♈ von der Sonne zu der in Zeit verwandelten geraden Aufsteigung des Sterns addirt, giebt die Culminationszeit des Sterns beyläufig, und genau, wenn man die 24 stündliche Veränderung der geraden Aufsteigung der Sonne dabey mit in Rechnung bringt.

135. **Aus dem Unterschied der geraden und schiefen Aufsteigung eines Sterns, und dessen Culminationszeit, die Zeit seines Auf- oder Unterganges:** Jener Unterschied wird aus der bekannten Abweichung des Sterns und der Polhöhe des Orts der Beobachtung nach §. 128 leicht gefunden, und giebt den halben Tagbogen desselben. Man sucht hierauf nach dem vorigen §. die Culminationszeit des Sterns an dem vorgegebenen Tage, der halbe Tagbogen davon subtrahirt, giebt den Aufgang, und dazu addirt, den Untergang.

136. **Der Stundenwinkel eines Sterns, aus der bekannten geraden Aufsteigung der Sonne und des Sterns.** Dieser Winkel ist eigentlich der Abstand des Sterns vom Meridian. Es sey fig. 5. mCD der Meridian, BEm der Aequator, m die Mitte des Himmels (45.): so ist mE der Bogen des Aequators, der den Abstand des Sterns E vom Meridian mißt, von der zunächst vorhergegangenen Culmination von Osten gegen Westen gerechnet; ♈⊙ ist die gerade Aufsteigung der Sonne, und ♈E die des Sterns; ⊙m der Stundenwinkel der Sonne: demnach ♈⊙ + ⊙m = ♈m — ♈E = mE.

137. **Die Zeit der Nacht aus der beobachteten Höhe eines Sterns, wenn dessen Culmination, Abweichung und die Polhöhe be-**

kannt ist. Der Stundenwinkel des Sterns wird, wie im 131. §. bey der Sonne, gefunden, und in Zeit verwandelt. Hiervon aber noch die, dieser Anzahl Stunden ꝛc., zufolge der jedesmaligen 24 stündlichen Veränderung der geraden Aufsteigung der Sonne in Zeit zukommende Correction subtrahirt, giebt den eigentlichen Abstand des Sterns vom Meridian, und dieser wird zu der für den Tag der Beobachtung berechneten Culminationszeit des Sterns addirt, oder davon subtrahirt, nachdem der Stern entweder schon den Meridian passirt ist, oder noch an der Ostseite desselben steht. Man kann noch auf mehrere Art die Zeit der Nacht aus den Sternen finden. (S. meine Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, Seite 427.)

138. Ein Himmelskörper ist im Meridian auf der Mitte seines sichtbaren Weges und von den Puncten des Horizonts, wo er auf- und untergeht, gleich weit entfernt. Er steht aber auch z. B. 3 Stunden vor seiner Culmination eben so weit vom Meridian und so hoch über dem Horizont, als 3 Stunden nach derselben (wenn er in diesen 6 Stunden seinen Stand gegen den Aequator nicht verändert), und daher läßt sich aus Beobachtung correspondirender oder gleich großer Höhen die Zeit finden, da derselbe den Meridian passirt.

139. Gesetzt, man habe mit einem Quadranten des Vormittags die Höhe des obern Sonnenrandes 24° gefunden, als eine Penduluhr 8 Uhr 4′ 16″ zeigte, des Nachmittags aber zeigte die Uhr, als dieser Rand die nemliche Höhe erreichte, 3 Uhr 53′ 12″, so folgt, daß der Mittelpunct der Sonne in dem Augenblick im Meridian war, der gerade mitten zwischen diesen beyden Zeiten liegt. Dies Mittel erhält man aus der halben Summe dieser Zeiten, man muß aber vorher zu den Nachmittagsstunden 12 addiren. Demnach $\frac{8 \text{ St. } 4' \ 16'' + 15 \text{ St. } 53' \ 12''}{2} = 11$ Uhr 58′ 44″, welches die Uhr im wahren Mittag zeigt. Ist es nun im Augenblick dieses wahren Mittags 11 U. 59′ 5″ nach mittlerer Zeit, so bleibt folglich die Uhr 21″ zurück. Höhen selbst brauchen hiebey nicht einmal bekannt zu seyn, wenn man sich nur versichert halten kann, daß es übereinstimmende sind.

140. Hiebey wird aber vorausgesetzt, daß die Sonne von Vor- bis Nachmittag ihre Abweichung nicht verändert; allein es findet das Gegentheil statt, besonders im März und September: daher ist ihr Stundenwinkel in gleichen Höhen Vor- und Nachmittags nicht gleich groß, und es bedarf die aus beobachteten correspondirenden Sonnenhöhen berechnete Mittagszeit noch einer kleinen Verbesserung, worüber be-

reits Tafeln berechnet sind. (S. astron. Jahrbücher, 1776—1788.)

141. Bey Beobachtung correspondirender Sternenhöhen braucht es einer solchen Correction der Culminationszeit nicht; die Abweichung der Uhr wird geradehin gefunden, wenn man die für den Tag der Beobachtung berechnete Zeit der Culmination mit derjenigen vergleicht, die die Uhr, zufolge jener Beobachtungen, angegeben. Ist die Uhr auf Sternenzeit eingerichtet, so ist die Berechnung um so viel bequemer, weil bloß die in Zeit verwandelte gerade Aufsteigung des Sterns, die Culminationszeit desselben in Sternenzeit angiebt. Auch aus einzelnen Höhenmessungen läßt sich nach 131. und 137. die Zeit, und damit die Abweichung der Uhr finden. Setzt man Höhenmessungen der einen oder andern Art fort, so wird der Gang der Uhr bekannt, oder wie viel dieselbe in 24 Stunden voreilt oder zurückbleibt, und man kann folglich bey jeder inzwischen vorgefallenen Beobachtung die richtige Zeit angeben.

142. Gewöhnlich nimmt man correspondirende Höhen 3 bis 4 Stunden vor und nach der Culmination eines Himmelskörpers, weil er näher am Meridian zu langsam steigt, oder sich senkt, und näher am Horizont die Refraction (davon nachher) Unregelmäßigkeiten in den beobachteten Höhen veranlaßt. Unterdessen ist es zur genauern Zeitbestimmung sehr

dienlich, auch bey Messung einzelner Höhen die Zeit abzuwarten, da sich dessen Höhe am schnellsten ändert, und dies geschieht, wenn das Azimuth und der Verticalwinkel mit dem Abweichungskreise sich dem 90sten Grad nähert. Bey einem Himmelskörper, der eine südliche Abweichung hat, trift dies bey seinem Auf- oder Untergang ein; bey einem nordlichen aber, dessen Abweichung geringer als die Polhöhe ist, wenn er gerade im Osten oder Westen erscheint. Ist hingegen die Abweichung größer, als die Polhöhe, wobey derselbe zwischen dem Pol und Scheitelpunct den Meridian passirt, so geschieht dies in dem Punct seines Tageskreises, den der Verticalkreis berührt.

143. Schon die alten Astronomen bemerkten die ungleiche Fortrückung der Sonne in ihrer Bahn, und fanden nur im Anfange des Januar und Julii den Ort der Sonne mit der vorausgesetzten gleichförmigen Bewegung zustimmend. Hingegen im Februar und März war die Sonne weiter ostwärts, und im April fast 2 Grad; im May und Junii nahm der Unterschied wieder ab, und wurde im Anfang des Julii 0. Im August und September erschien die Sonne weiter westwärts, und im October wieder um 2 Grad, im November und December näherte sie sich wieder dem mittlern Ort. Den ersten Quadranten ihrer Bahn vom ♈ zum ♋ legte sie in 93, den zweiten vom ♋ bis ♎ in $93\frac{1}{2}$, den dritten von ♎

bis ♎ in $89\frac{1}{2}$, den vierten vom ♎ bis wieder zum ♈ in $89\frac{1}{4}$ Tagen zurück. Hieraus ließ sich folgern, daß die Sonne nicht immer gleich weit von der Erde entfernt seyn müsse, und man suchte ihre Bahn einigermaßen zu bestimmen.

144. Die Astronomen haben folgendes Mittel gebraucht, die gerade Aufsteigung der Sonne und eines Sterns, unabhängig von der Höhe des Aequators und der Abweichung der Sonne, auf einmal zu bestimmen.

Es sey fig. 4. ♈ ♎ ♈ der Aequator, und ♈ ♋ ♎ ♑ ♈ die Ecliptik; T ein Stern und in ♉ die Sonne, an dem Tage, da sie mit diesem Stern auf einem und demselben Parallelkreise ♉ T ♍ steht, oder eine gleiche nordliche Abweichung m ♉ = e T hat, und man habe den Unterschied der geraden Aufsteigung zwischen der Sonne und dem Stern = m e beobachtet. Nachdem nun die Sonne durch den Solstitialpunct ♋ gegangen, wird sie nach einigen Monaten in ♍ zum zweitenmal auf den Parallelkreis des Sterns T kommen. Beobachtet man hier abermals den Unterschied der geraden Aufsteigung der Sonne und des Sterns = n e, so muß solcher zu dem Unterschied bey der ersten Beobachtung addirt, die ganze Bewegung der Sonne in der geraden Aufsteigung seit jener Zeit geben, denn m e + e n =

mn *). Nun war die Sonne bey einer gleichen Abweichung zur Zeit jeder Beobachtung gleich weit von dem nächsten Aequinoctial- und Solstitialpunct entfernt, demnach giebt $\frac{1}{2}$ mn den Aequatorialabstand der Sonne vom ☋ Punct im ♉ und ♍, mo = no und das Complement z. B. von mo = ♈m die gesuchte gerade Aufsteigung der Sonne im ♉. Hierdurch ist zugleich die gerade Aufsteigung des Sterns ♈e bekannt geworden, welche sich aus der Summe von ♈m und me oder aus ♈m + mn — ne ergiebt.

145. Diese Methode dient auch zur Bestimmung der Zeit, da die Sonne in den Aequinoctial- oder Solstitialpuncten ♈ und ♎, ♋ und ♑ erscheint. Z. B. aus den Beobachtungen des Sterns T und der Sonne folgte vorhin die gerade Aufsteigung der Sonne in ♍ = ♈n und 180° — ♈n = n♎ war der Abstand der Sonne in ♍ vom Herbst-Aequinoctialpunct ♎; ne war gleichfalls bekannt: nun ist en + n♎ = e♎ der Unterschied der geraden Aufsteigung des Sterns und der Sonne für den Augenblick, da die Sonne in ♎ steht. Beobachtet man

*) Man darf nur die Zeit beobachten, da die Sonne vor und nach dem Solstitio mit dem Stern eine gleiche Mittagshöhe hat, die Abweichung selbst und die Polhöhe brauchen nicht bekannt zu seyn.

nun um den 23sten September jenen Unterschied, so läßt sich, aus der täglichen Bewegung der Sonne in der geraden Aufsteigung, leicht berechnen, wenn die Sonne in der geraden Aufsteigung genau um e ♎ von e entfernt, in 0° ♎ oder 180° gerader Aufsteigung war. So wird auch das Wintersolstitium im ♑ durch den Stern S gefunden. Die Sonne ist im ♐ und ♒ gleich weit von dem Parallelkreis dieses Sterns entfernt, also giebt $\frac{1}{2}$ (bh + ha) bc oder ca und ca — ah, ch den Unterschied der geraden Aufsteigung der Sonne und des Sterns für die Zeit, da die Sonne in ♑ tritt. Vergleicht man nun um den 21. Decemb. den beobachteten Unterschied mit ch, so läßt sich aus der 24 stündlichen Veränderung der Sonne in der geraden Aufsteigung finden, wenn die Sonne den Punct ♑ berührte, oder 270° gerade Aufsteigung hatte.

146. Die Fixsterne behalten zwar eine gleiche Stellung gegen einander; unterdessen scheint es, als wenn alle gemeinschaftlich in mit der Ecliptik parallel liegenden Kreisen also der Länge nach, von West gegen Ost fortrücken, und sich folglich um die Pole der Ecliptik bewegen. Diese gemeinsame Ortsveränderung trägt in 71 bis 72 Jahren erst einen Grad von dem Parallel- oder Längencircul aus, worin jeder Stern sich befindet. Die Erklärung der Ursache dieser Erscheinung ist ein Gegenstand der physischen Sternkunde.

147. Entweder verrücken sich nun die Fixsterne wirklich auf angezeigte Art, oder die Aequinoctialpuncte weichen mit der Ecliptik und allen Breitenkreisen gegen Westen zurück, beyde Voraussetzungen geben einerley Erscheinung, allein die letztere ist die richtige; daher nennt man solche: das **Zurückweichen der Aequinoctialpuncte**, oder, weil diese Puncte der von Westen nach Osten laufenden Sonne jährlich etwas entgegen kommen: das **Vorrücken der Nachtgleichen.**

148. Diese besondere Bewegung der Fixsterne in der Länge trägt jährlich, zufolge einer Vergleichung der ältesten Beobachtungen mit den neuesten, 50″,4 aus, folglich in 10 Jahren 8′ 24″, in 100 Jahren 1° 23′ 59″, und in 1000 Jahren 13° 59′ 48″; und hiernach läßt sich die jetzige Länge der Fixsterne auf alle vergangene und folgende Zeiten leicht reduciren. Sie müssen, nach dieser langsamen Bewegung, erst in 25716 Jahren ihren anscheinenden Umlauf um die Pole der Ecliptik vollenden, und seit der Zeit, da ihre Stellung gegen die Kreise der Himmelskugel zuerst beobachtet worden, nemlich seit etwa 2000 Jahren, um fast 30° in der Länge von dem durch 0° ♈ gehenden Breitenkreis gegen Osten sich weiter entfernt haben.

149. Es sey fig. 9. A M die Ecliptik, D C der Aequator, welcher jene in ♈ unter M ♈ C = 23½°

durchschneidet. Vor 2000 Jahren waren die Sterne des Widders in der Gegend n, und vornemlich stand der Stern γ senkrecht über Υ in g, oder seine Länge war $0^\circ\ \Upsilon$. Jetzt aber ist der Punct Υ aus den Sternen des Widders mit dem Aequator und allen übrigen Kreisen, die sich auf ihn und die Ecliptik beziehen, längs der Ecliptik fast um 30° gegen Westen in r bis zwischen Sterne, die zum Bilde der Fische gehören, zurückgewichen, oder das Sternbild des Widders erscheint um so viel vom Υ gegen Osten.

150. Und so stehen anjetzt alle Sterne eines jeden Bildes, von der Ecliptik bis zu ihren Polen hinauf, um einen gleichen Bogen weiter nach Osten, als zur Zeit, da man anfing, ihren Stand nach den Graden des Thierkreises zu bestimmen. Unterdessen behalten die Astronomen noch immer die alte Benennung der Zeichen des Thierkreises bey, und noch jetzt heißt der Durchschnittspunct des Aequators und der Ecliptik, in welchem die Sonne beym Anfange des Frühlings erscheint, 0° im Widder, obgleich nunmehr da herum Sterne stehen, die zu den Fischen gehören. Es ist daher der Unterschied zwischen gleichnamigen Zeichen und Bildern wohl zu merken: denn steht z. B. der Mond, zufolge der Berechnung, im $10^\circ\ \mathcal{V}$, so muß man ihn im Sternbilde des Widders am Himmel erwarten.

151. Stellt man eine Himmelskugel auf die nordliche Polhöhe von $66\frac{1}{2}$ Graden, und den Nordpol der Ecliptik in den Scheitelpunct, so liegt die Ecliptik am Horizont herum. Dann wird es begreiflich, was aus der von Osten nach Westen rückwärts gehenden Bewegung der Aequinoctialpuncte für Erscheinungen entstehen. Man denke sich die Ecliptik und alle auf derselben senkrecht stehenden Breiten- und mit derselben parallel laufenden Längenkreise nicht allein, sondern auch den Aequator, dessen Parallel- und Abweichungskreise als eine besondere bewegliche Ringkugel, die sich um ihre Pole, die in den Polen der Ecliptik oder dem Zenith und Nadir des Globus liegen, bey jener Zurückweichung der Aequinoctialpuncte außerhalb dem unbeweglichen Globus gleichförmig umdreht, so werden alle diese Kreise sich nach und nach durch andere mehr westwärts liegende Sterne ziehen, und folglich muß nicht allein die zwischen ihnen gezählte Länge der Fixsterne immer zunehmen, obgleich die Breite derselben unverändert bleibt, sondern es wird auch hierdurch, wiewohl ungleichförmig, die gerade Aufsteigung der Sterne größer *); die nordliche Abweichung nimmt zwischen 270° und 90°

*) Nur bey den zwischen den Polen der Ecliptik und den Weltpolen liegenden Sternen, nimmt die gerade Aufsteigung ab.

der geraden Aufsteigung zu, und zwischen 90 und 270° ab; die südliche Abweichung hingegen nimmt zwischen jenem Halbcircul ab, zwischen diesem zu. Nach der 9. Figur war vor 2000 Jahren des Sterns γ Länge in g = 0° Breite o g. nordlich, gerade Aufsteigung s o vor dem Punct Υ, nordliche Abweichung s g. Anjetzt aber, da der Aequinoctialpunct sammt dem Aequator, Colur und Breitenkreis, bis in r zurückgewichen, ist seine Länge r o, gerade Aufsteigung r h nach Υ, nordliche Abweichung h g, und nur die Breite o g ist unverändert geblieben.

152. Durch die Zurückweichung der Aequinoctialpuncte bewegen sich auch die Weltpole, oder Pole des Aequators, um die Pole der Ecliptik in einem Kreise von $23\frac{1}{2}°$ im Halbmesser, und daher müssen sie ihre Stellung gegen die Polarsterne ändern. Die Länge unsers jetzigen Polarsterns ist gegenwärtig 2 Z. 25° 40′. Wenn aber einstens durch das Zurückgehen der Aequinoctialpuncte der Nordpol so weit fortgerückt ist, daß sein Breitenkreis über dem Polarstern weggeht, und also die Länge des letztern 3 Zeichen wird, welches nach 310 Jahren geschehen muß, so ist der Nordpol dem Polarstern am nächsten, und wird ihm bis auf 28 Min. nordwärts nahe kommen (jetzt ist der Abstand noch 1 Grad 48 Min.) In der Folge der Zeit wird sich der Nordpol so weit von diesem Stern entfernen, daß derselbe nicht mehr der Polar-

stern heissen kann. Die nächste Reihe wird dann den Stern γ am Knie des Cepheus treffen, der nach 2300 Jahren der Polarstern wird: und so sind ehedem andere Sterne in der Nähe des Pols gewesen.

153. Die **Refraction**, oder **Brechung der Lichtstralen**, heißt ihre Abweichung von dem geradelinigten Wege, wenn sie schief oder schräge aus einer feinern Materie in eine dichtere, z. B. aus der Luft ins Wasser, übergehen; sie werden an dem Ort, wo sie das Wasser zuerst berühren, gebrochen, dergestalt, daß sie sich einer auf der Oberfläche desselben senkrecht stehenden, und durch den Berührungspunct gezogenen Linie nähern. Der Winkel, unter welchem der Stral mit der lothrechten Linie die Oberfläche des Wassers berührt, heißt der **Einfalls-** oder **Neigungswinkel**, und der innerhalb des Wassers veränderte Winkel: der **gebrochene Winkel**. Hiebey behalten die **Sinus** dieser beyden Winkel das Verhältniß wie 4:3, woraus folgt: daß der Unterschied beyder Winkel immer größer wird, je mehr der Neigungswinkel wächst; wenn hingegen der Lichtstral senkrecht einfällt, so wird er nicht gebrochen *).

154. Nun müssen auch die Lichtstralen aller Himmelskörper einer solchen Brechung unterworfen seyn,

*) Man lege in einer Schale eine Münze, und trete so weit zurück, daß der Rand der Schale letztere völlig deckt, gieße hierauf in unverrückter Stellung Wasser

wenn sie aus dem sogenannten Aether in unsern viel dichtern Luftkreis (Atmosphäre) übergehen, und dadurch wird ihr Ort verändert, wiewohl diese Abweichung in den mehresten Gegenden nur geringe ist.

155. Es sey fig. 10. krtl die Oberfläche der Erde, und ndbc der äußerste Umfang ihrer Atmosphäre, deren Dichtigkeit noch bis auf einige Meilen in der Höhe merklich ist, r der Ort des Beobachters, und zi der Lichtstral eines nach z hinaus stehenden Sterns. Dieser wird nun da, wo er in i die Atmosphäre berührt, gebrochen, dergestalt, daß er sich einer auf i senkrecht stehenden Linie oiC nähert, von seinem geraden Wege abgelenkt wird, und von i nach r hinfällt, als wenn er nach wir gekommen wäre. Der Beobachter in r glaubt nun den Stern in der Richtung riw, also um den Winkel ziw, höher über dem Horizont zu sehen. Daher macht die **astronomische Stralenbrechung**, daß alle Himmelskörper vom Horizont herauf in einem jeden Verticalkreis, also senkrecht, höher erscheinen. Im Horizont ist diese Stralenbrechung am stärksten, weil daselbst die Lichtstralen der Himmelskörper nicht allein unter den größten Winkel mit der Scheitellinie einfallen, sondern

in die Schale, so wird die Münze zu Gesicht kommen und sich immer mehr zu heben scheinen, je mehr Wasser aufgegossen wird. Man sieht alsdann die Münze vermittelst des gebrochenen Strals.

auch der gebrochene Stral den unteren und dichtesten Theil des Luftkreises durchfährt; sie trägt daselbst nach den Beobachtungen 33 Minuten aus; nimmt aber sehr merklich ab, sobald die Himmelskörper nur einige Grade hoch stehen; ist in der Höhe von 45° nur noch eine Minute groß; wird von da mit ziemlicher Gleichförmigkeit immer geringer, und hört im Scheitelpunct e völlig auf, weil da die Lichtstralen ohne Brechung senkrecht nach der Richtung e a r durch die Luft herabfahren.

156. Es giebt verschiedene Methoden, die Größe der Stralenbrechung in allen Höhen durch Beobachtungen herauszubringen. Wenn man unter andern die Höhe der Sonne aus ihrer bekannten Abweichung und der Polhöhe des Orts für verschiedene Stunden aufs genaueste im voraus berechnet, und nun in diesen Augenblicken die Höhe derselben mit einem Quadranten nimmt, so wird man solche allemal gerade um die Wirkung der Stralenbrechung höher über dem Horizont finden. Jene berechnete Höhe ist die **wahre**, und diese beobachtete, die **scheinbare**. Beyde fallen in einem und dem nemlichen Verticalkreis also senkrecht über einander, so daß das Azimuth der Sonne dabey nicht verändert wird. Je höher der Himmelskörper über dem Horizont steht, desto mehr hat es Schwierigkeit, die Stralenbrechung genau zu bestimmen, weil sie immer geringer wird. Die Astro-

nomen

nomen haben viele Mühe angewandt, die Größe der Stralenbrechung für 45° Höhe festzusetzen, woselbst sie etwa noch eine Minute ist, treffen aber nicht mit einander überein.

157. Setzt man mit Hrn. **Bradley** den Luftkreis 1800 Klafter hoch und von gleicher Dichtigkeit, ferner die Horizontal-Stralenbrechung als bekannt voraus, so stehen die Sinus der Einfallswinkel mit dem Sinus der gebrochenen Winkel im Horizont und in einer gewissen Höhe in einem unveränderlichen Verhältniß gegen einander. In fig. 10. ist r R der Horizont, v x der einfallende Stral: also der Winkel R x v die Stralenbrechung im Horizont; und eben so ist z i w die Stralenbrechung in der Entfernung vom Scheitelpunct i r e. Aus den beyden Dreyecken x r C und r i C ist obiger Satz erweislich; er trift wenigstens bis zum 9ten Grad der Höhe mit der Erfahrung zu.

158. Unterdessen ist die Dichtigkeit der Luft zunächst an der Erdoberfläche am stärksten, und nimmt mit der zunehmenden Höhe ab; imgleichen kann sich die Luft noch wohl bis auf mehr als 32000 Klafter erstrecken, wie die Wahrnehmungen der Abend- und Morgendämmerungen gezeigt haben: daher kann man sich solche in mit der Erdoberfläche koncentrischen Schichten abgetheilt vorstellen, und die Lichtstralen d r, i r, leiden verschiedene Brechungen, und erhal-

ten dadurch eine bogenähnliche Krümmung, nach deren Tangente r i w, r d h, wir den Himmelskörper am Firmament zu sehen glauben. Es sind aber die Gesetze, nach welchen die Dichtigkeit der Luft, besonders in den höhern Regionen, abnimmt, noch wenig bekannt, und die Beschaffenheit der Luft ist selbst nicht in allen Erdstrichen gleich und von Zeit zu Zeit veränderlich: daher sich dann die Größe der Stralenbrechung, vornemlich am und in der Nähe des Horizonts, schwerlich mit großer Genauigkeit theoretisch finden läßt.

159. Nichts destoweniger haben die größten Geometer die Krümmung des Weges der Lichtstralen durch jene vorausgesetzten Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit in allen Höhen zu bestimmen gesucht, und **Newtons** Satz angenommen: daß diese Stralenbrechung eine Wirkung der Anziehung sey, welche unsere Atmosphäre auf die Theile des Lichts äußert. **Bradley** hat folgende Regel gegeben, deren Richtigkeit durch Beobachtungen bestätigt worden: **Die Stralenbrechung in einer jeden Höhe ist, gleich der Tangente des scheinbaren Abstandes vom Zenith, um die dreyfache Größe der Stralenbrechung verringert.**

Scheinbare Höhe.		Astronomische Stralenbrechung.		Scheinbare Höhe.	Astronomische Stralenbrechung.
Grad.	Min.	Min.	Sec.	Grad.	Min. Sec.
0	0	33	0	25	2 2
0	30	28	22	30	1 38
1	0	24	28	35	1 21
2	0	18	35	40	1 8
3	0	14	36	45	0 57
4	0	11	51	50	0 48
5	0	9	54	60	0 33
10	0	5	15	70	0 21
15	0	3	31	80	0 10
20	0	2	35	90	0 0

Hätte man also mit einem Quadranten die Höhe eines Sterns z. B. 15 Grad beobachtet, so wären von dieser scheinbaren Höhe 3′ 31″ zu subtrahiren, und die wahre Höhe des Sterns, die bey Berechnungen allemal zum Grunde liegen muß, würde seyn: 14° 56′ 29″.

160. Die vorige Tafel enthält für einige Höhen eigentlich nur die **mittlere astronomische Stralenbrechung**, wenn der Barometer 28 Zoll, und das Reaum. Thermometer 10° über 0 angiebt: denn man hat über die veränderliche Wirkung der Lufttemperatur und Schwere auf die Stralenbrechung in verschiedenen Jahrszeiten viele Versuche angestellt, und gefunden, daß die Refraction bey Tage im Sommer und in der heißen Zone geringer ist, als bei Nacht im Winter und in den kalten Erdstrichen, und daher

für jedes Land den Unterschied der Refraction nach der verschiedenen Dichtigkeit der Luft festzusetzen gesucht. Man findet allgemein die mittlere Stralenbrechung um den 28sten Theil geringer, wenn das Queckſilber im Barometer um einen Zoll gefallen, und **Mayer** bestimmt ihre Verbesserung, welche die Veränderung des Thermometers erfordert, auf $\frac{1}{217}$stel.

161. Da die astronomische Stralenbrechung alle Himmelskörper höher über dem Horizont zeigt, als sie wirklich stehen, und dies am Horizont selbst am beträchtlichsten ist: so muß sie auch den Aufgang derselben merklich beschleunigen, und ihren Untergang verzögern. Wenn nach fig. 10. die Sonne des Morgens kurz vor ihrem Aufgange wirklich noch unter dem Horizont rT nach S hinaus steht, ihre Stralen Sd aber schon den Luftkreis in d erreichen, so daß sie daselbst gebrochen nach dr hinfahren: so wird einem Zuschauer in r die Sonne nach der Richtung rdh also bereits über dem Horizont rT erscheinen, und eben so wird die Sonne bey ihrem Untergange sich länger über dem Horizont verweilen. Die Dauer dieser Beschleunigung des Aufganges und Verzögerung des Unterganges der Himmelskörper, oder die Vergrößerung ihrer halben Tagbögen, ist nach ihrer verschiedenen Abweichung vom Aequator und der Polhöhe des Orts der Beobachtung verschieden. Sie trägt bey uns um die Zeit der Aequinoctien $3\frac{1}{2}$ Min., zur

Zeit der Solstitien aber fast 5 Minuten aus. Wegen dieser Wirkung der Stralenbrechung können auch zwey Sterne, oder Sonne und Mond 180 Grad von einander stehen, und dennoch zugleich über dem Horizont erscheinen.

162. Ferner verursacht die Stralenbrechung im Luftkreise, daß die Scheiben der Sonne und des Mondes, besonders niedrig am Himmel und beym Auf- und Untergange gleichsam als wenn sie oben und unten eingedrückt wären, erscheinen: denn sie wirkt senkrecht, und verändert daher nur ihren verticalen Durchmesser, da der untere Rand stärker, als der obere, gehoben wird. Dies kann bey der Sonne am Horizont fast 5 Minuten betragen. Daß die Ränder der Sonne und des Mondes am Horizont stark zittern, eine wellenförmige Bewegung zeigen, ist gleichfalls eine Wirkung der augenblicklichen veränderlichen Stralenbrechung in den starken Dünsten des Horizonts. Endlich haben wir auch derselben die Morgen- und Abenddämmerungen und die mahlerischen Licht- und Farbenschattirungen, worin sich die Morgen- und Abendseite des Himmels beym Auf- und Untergang der Sonne einkleidet, zu danken.

163. Die **Parallaxe** ist die Neigung der Gesichtslinien an einen freystehenden Körper, oder der Unterschied seines scheinbaren Orts, wenn er aus zwey verschiedenen Ständen beobachtet wird. Nun

beobachten wir alle Himmelskörper von der Erdoberfläche, auf welcher sich unzählige Gesichtspuncte annehmen lassen. Allein der Astronom gedenkt sich den Zuschauer der Welt eigentlich im Mittelpunct der Erde: weil, von demselben aus betrachtet, alle Himmelskörper beständig an dem nemlichen Ort erscheinen, und die Gesetze ihrer eigentlichen Fortrückungen sich bestimmen lassen. Daher heißt der **scheinbare Ort** eines Himmelskörpers derjenige, wo er von einem jeden Punct der Erdoberfläche; der **wahre** hingegen, wo er zu gleicher Zeit aus dem Mittelpunct der Erde an der scheinbaren Himmelskugel gesehen wird, und der Unterschied zwischen beyden ist eigentlich seine **Parallaxe.**

164. Nach fig. 11. sey T der Mittelpunct der Erde und n ein Punct ihrer Oberfläche, ZH das Firmament, in a b c der Mond, T H der wahre und n m der scheinbare Horizont; die senkrechte T n c führt zum Zenith Z. Steht nun der Mond in a, und geht folglich für n auf oder unter, so wird er von n aus im scheinbaren Horizont nach m gesehen; von T aber würde er sich in h zeigen. Jener ist sein scheinbarer, und dieser sein wahrer Ort: und daher ist der Winkel der Gesichtslinien n a T = h a m die **Parallaxe** des Mondes im Horizont. Und so zeigt die Figur dessen Parallaxe in der Höhe a n b, oder beym Abstand vom Scheitelpunct c n b.

165. Die Parallaxe ist 1) im Horizont am grösten, nimmt mit der zunehmenden Höhe ab, und hört im Zenith völlig auf, wo z. B. der Mond c von der Oberfläche in n wie aus dem Mittelpunct der Erde T in Z erscheint; 2) bey nähern Himmelskörpern grösser, als bey entferntern. Sie verursacht 3) daß die Himmelskörper auf der Oberfläche der Erde in jedem Verticalkreise, worin sie stehen, z. B. ZH, ZA, niedriger gegen den Horizont erscheinen, als aus dem Mittelpunct der Erde. Dies ist dann die **Parallaxe der Höhe**, welche in den mehresten Fällen eine Parallaxe in der Länge, Breite, geraden Aufsteigung und Abweichung, nach sich zieht.

166. Um die Parallaxe im Horizont naT zu finden, wird gesetzt: Ta : Sin. n (Sin. tot.) = nT : Sin. naT, also $\frac{nT}{Ta}$ = Sin. naT, aus welcher sich die Parallaxe in einer jeden scheinbaren Höhe über dem Horizont leicht finden läßt. In dem bey n rechtwinklichten Dreyeck naT verhält sich:

Sin. a : nT = Sin. n : Ta

und in dem stumpfwinklichten bnT

Sin. b : nT = Sin bnT : Tb

Ta = Tb;

aus beyden folgt: Sin. n : Sin bnT = Sin. a : Sin. b

(Nun ist der Sinus von bnT = dem Sinus von bnZ, und Sin. bnZ = Cos. bnm). Da nun die

horizontale Parallaxe nie über 62 Min. gehet, so wird die Höhenparallaxe nbT = naT. Cos. bnm (Sin. tot. = 1).

167. Die horizontale Parallaxe eines Himmelskörpers bey uns ist der scheinbare Halbmesser der Erde aus diesem Himmelskörper gesehen, wie naT, und da a höchstens nur 62 Min. austrägt, so werden die Seiten na und Ta gerade um so viel mal länger, oder der Himmelskörper steht entfernter, als der Winkel a kleiner wird. Eben dieses findet bey der Höhenparallaxe statt. Da ferner der scheinbare Durchmesser eines Himmelskörpers sich gleichfalls gerade wie seine zunehmende Entfernung verringert, so behalten die horizontale Parallaxe und der Durchmesser desselben ein beständiges Verhältniß gegen einander.

168. Die Kenntniß der Parallaxe führt zur Berechnung der Entfernung derjenigen Himmelskörper, bey welchen sie noch merklich ist. Steht der Mond fig 11. im scheinbaren Horizont in a, so ist in dem bey n rechtwinklichten Dreyeck nTa der parallactische Winkel naT aus Beobachtungen; imgleichen der Halbmesser der Erde Tn in Meilen bekannt: daher läßt sich Ta die Entfernung des Mondes vom Mittelpunct der Erde in Meilen finden. Denn es ist Sin. a: nT = Sin. n: Ta. Nun ist Sin. n = 1: daher $Ta = \frac{nT}{Sin.\ a.}$

Steht aber der Mond in b, so muß, außer nbT und dem Erdhalbmesser Tn, auch seine scheinbare Höhe bnm, oder der Abstand vom Zenith bnZ, bekannt seyn, und es ist dessen Entfernung Tb = $\frac{\text{Sin. bnZ}}{\text{Sin. nbT}}$ (nT = 1).

169. **Parallaxe und Refraction** zusammen genommen, machen, daß wir die Himmelskörper nur im Scheitelpunct in ihrem rechten Ort am Firmament sehen. Beyde wirken senkrecht, oder in einem Verticalkreise; erstere erniedrigt, und letztere erhöhet ihren wahren Stand über dem Horizont, und beydes geschieht am Horizont am stärksten. Die Refraction ist bey allen gleich groß; die Parallaxe hingegen hängt bloß von ihrer Entfernung ab. Sie verschwindet aber bey den mehresten gänzlich, und es bleibt nur die Wirkung der Refraction zu betrachten übrig.

Vierter Abschnitt.

Von der Gestalt und Größe der Erde, mathematischen Abtheilung ihrer Oberfläche, ihrer Erleuchtung durch die Sonne, Längen und Breiten der Oerter, Unterschied der Mittagskreise, Gebrauch der künstlichen Erdkugeln.

170.

Eine richtige Bestimmung der eigentlichen Gestalt der Erde, dient besonders zur Erklärung vieler gänzlich davon abhängender Erscheinungen am Himmel, und leistet zugleich der allgemeinen Kenntniß ihrer Oberfläche, oder der Erdbeschreibung und Schiffahrt, wichtige Vortheile.

171. Viele unter den Alten glaubten, die Erde sey eine kreisförmige Ebene, wie der Augenschein lehrt, durch welchen Wahn noch jetzt die mehrsten Menschen hiebey getäuscht werden. Die Chaldäer meinten, sie sey einem Schifferboote ähnlich; andere, sie hätte die Gestalt einer Pyramide, eines Würfels ꝛc. **Leucipp** verglich sie mit einer Walze, und **Democrit** mit einer Schüssel.

172. Dergleichen ungegründete Voraussetzungen konnten sich aber nur in jenen Zeiten erhalten, da die Sternwissenschaft und allgemeine Länderkunde gleichsam noch in ihrer Kindheit waren. Als aber die Alten anfingen, den Himmel zu beobachten, und weite Land- und Seereisen vorzunehmen, wurden sie sogleich aus dem veränderlichen Stande der Sterne gegen den Scheitelpunct und Horizont, und aus der Bemerkung, wie erhabene Gegenstände auf der See und dem Lande zuerst zu Gesicht kommen, auf die Vorstellung gebracht, daß der Erdkörper kugelähnlich gestaltet seyn müsse, und **Thales, Pythagoras,** und andere Weltweisen, lehrten dies schon öffentlich.

173. Den allgemeinsten Beweis hievon geben die **Mondfinsternisse.** Denn bey diesen Himmelsbegebenheiten geht der Mond durch einen runden Schatten, und da die Astronomie lehrt, daß dies der Schatten der Erde sey, welcher alsdann der Sonne gerade gegenüber auf den Mond fällt, und nur eine Kugel in allen möglichen Stellungen gegen das Licht einen kreisförmigen Schatten werfen kann: so wird hier die Sache durch den Augenschein entschieden. Die Berge und Unebenheiten der Erdoberfläche sind gegen ihren Durchmesser viel zu unbedeutend, als daß sie ihre Kugelgestalt verändern sollten.

174. Es giebt auch selbst auf der Oberfläche unserer Erde die deutlichsten Beweise ihrer Rundung.

Denn wir finden überall ihre Land- und Wasserfläche in einer ähnlichen Gestalt, und treffen auf derselben nirgends Gränzen an: und dies ist gerade die Eigenschaft einer Kugel. Dann ist die Erde auf ihren Oceanen schon von europäischen Seefahrern über 25 mal umschift worden, welche beständig nach einer und derselben Himmelsgegend segelten, und endlich wieder in dem Hafen ihrer Ausfahrt ankamen *). Alle diese Seereisen zeigen unwidersprechlich, daß die aus Land und Wasser bestehende Erdoberfläche überall bewohnbar sey, und der Erdkörper frey im Weltraum schwebe. Daß die Reisenden zu Land und Wasser die Spitzen entfernter Berge, Thürme, Mastbäume, immer eher als den Fuß derselben sehen, dient ebenfalls zum Beweise der Erdründung. Es sey fig. 12. nag die Oberfläche der Erde, so wird in a, nach der Lage der scheinbaren Horizontalebene cad, nur erst die Spitze d des Berges e gesehen; es kommt aber immer mehr von demselben zu Gesicht, je weiter man von a gegen e seine

*) Magellan machte zuerst diese Fahrt vom 10. Aug. 1519 bis 7. Sept. 1522, zunächst nach ihm sind Dampier und Anson die bekanntesten Erdumsegler. Die neuesten Umschiffungen der Erde hat der berühmte Cook von 1768 bis 1771 und von 1772 bis 1775 ausgeführt. Seine dritte Fahrt, auf welcher er am 14. Febr. 1779 das Leben einbüßte, war eigentlich nur eine Entdeckungsreise im stillen Meer.

Reise fortsetzt, wobey jene Ebene, in Ansehung der vorigen cad, immer tiefer nach d hinabsinkt, und den Berg sichtbar werden läßt. Endlich gründen sich die Regeln, nach welcher der Seefahrer über den unabsehbaren Ocean hinsegelt, auf die Voraussetzung, daß die Erde eine Kugel sey.

175. Ferner lehren eben dies die veränderlichen Stellungen der Himmelskörper gegen unsern Horizont, wenn wir uns von einem Ort zum andern begeben. Die Erde muß von Norden nach Süden rund seyn; denn wenn ein Reisender seinen Weg gerade nach Norden oder Süden nimmt, so findet er, daß sich die dorthin stehenden Sterne gerade in dem Maaße seines zurückgelegten Weges immer mehr seinem Zenith nähern, oder höher über dem Horizont den Meridian passiren.

176. Es sey fig. 12 ac eine vorausgesetzte ebene Fläche der Erde, nabg aber ihre Kugelgestalt. In a erscheint der Stern S im Zenith, und in t steht ein anderer Stern einige Grade davon. Nun müßte der Bewohner einer ebenen Erdfläche von a bis in c, und gerade eben so weit, als beyde Sterne St von einander stehen, welche Weite, wie die Astronomie lehrt, einige Millionen Meilen austragen kann, fortreisen, um den Stern t im Zenith zu haben; hingegen auf einer kugelähnlichen Erde, auf welcher der Wanderer allemal in einem verlängerten Halbmesser oa oder

ob bleibt, braucht derselbe nur von a bis b zu gehen, welcher Weg, wenn der Winkel o oder der Bogen St 6° groß wäre, nur den 60sten Theil vom Umfange der Erde austrägt, da ab und St ähnliche oder Bögen von gleich vielen Graden sind, welches völlig mit der Erfahrung übereinstimmt.

177. Eben so ist die Erde rund von Osten gegen Westen, denn die Sonne und alle übrige Himmelskörper gehen allen Bewohnern der Erde nicht zu gleicher Zeit auf oder unter, welches doch geschehen müßte, wenn sie eine ebene Erdfläche bewohnten. In den weiter ostwärts liegenden Ländern gehen sie allemal früher, in den mehr westlich liegenden aber später auf und unter, oder kommen in den Meridian; auch erleuchtet die Sonne für jeden Augenblick die halbe Erdkugel auf einmal.

178. Endlich haben wir noch allgemeine physikalische und astronomische Beweise für diese Kugelgestalt. Die Masse der Erde mußte gleich bey ihrer Entstehung diese Gestalt annehmen, denn wir bemerken, daß überall eine mächtige, unerforschliche Kraft (die Schwere), unaufhörlich und gleichförmig alle feste und flüssige Theile senkrecht gegen ihre Oberfläche fallen läßt und zum Mittelpunkt drängt, nach der Richtung der Halbmesser DE, iE, eB, BE fig. 13. Dann wissen wir, daß jene Weltkörper des Firmaments gleichfalls eine Kugelgestalt haben, welches von

der Sonne und dem Mond bereits der Augenschein zeigt, von allen Planeten aber die Fernröhre lehren.

179. Ob aber die Erde vollkommen kugelrund sey (der Ungleichheiten, welche Berge und Thäler auf ihrer Oberfläche verursachen, zu geschweigen), ist eine andere Frage, auf deren Untersuchung die Astronomen und Naturforscher erst in neuern Zeiten gekommen sind, nachdem die in der lehrenden Astronomie vorkommende Wahrheit, von einer frey im Weltraum schwebenden, überall bewohnbaren Erdkugel, und einer 24 stündlichen Umwälzung derselben, über Vorurtheile und Aberglauben siegte, und allgemeinen Beyfall fand.

180. Stellt man sich vor, daß die durch die Kraft der Schwere anfangs gebildete Erde sich nicht um ihre Axe wälzte, so waren ihre Massen unbeweglich, und erlitten keinen gemeinschaftlichen Umschwung: folglich mußte der allgemeine Druck der Materie zum Mittelpunct überall gleichförmig bleiben, und der Erdkörper behielt ungestört seine völlige Kugelgestalt. Als er aber anfing, sich um einen seiner Durchmesser zu drehen, entstand eine neue Kraft, die bey der höchst wahrscheinlich noch nicht völlig erhärteten Erdmasse ihre genaue Kugelform etwas abzuändern im Stande war, indem sie die gleichförmige Wirkung der Schwere auf der Erdoberfläche störte. Diese Kraft

geht vom Mittelpunct weg, und ist die sogenannte **Mittelpunctsfliehende Kraft** *).

181. Es sey fig. 13. DeBaD der Umfang der völlig runden Erde in einem ihrer Meridiane, DB ihre Axe: so ist ea der Aequator und ri ein Parallel desselben. Bey ihrer Umdrehung erhalten nun die Theile ein Bestreben, sich senkrecht von der Axe nach ri, Ee zu entfernen, und diese Fliehkraft muß von beyden Polen zum Aequator sich immer wirksamer zeigen: weil die Körper allemal Kreise von grösserm Umfange beschreiben, je näher sie dem Aequator liegen.

182. Die Fliehkraft wirkt senkrecht von der Erdaxe weg: also von r nach i; die Schwere aber senkrecht gegen einen jeden Punct der Erdoberfläche, und ihre Richtung geht zum Mittelpunct: also nach iE. Beyde Centralkräfte wirken demnach nur unter dem Aequator senkrecht, nemlich die eine nach Ee, und die andere nach eE; auf den Parallelkreisen aber unter verschiedene Winkel gegen einander, z. B. in i unter dem Winkel riE: folglich muß auch unter jenem Kreise diese Gegenwirkung am stärksten sich äussern, und von da zu den Polen abnehmen. Die Fliehkraft vermag daher, einen Theil der Schwerkraft aufzuheben, oder die Schwere wird durch ihre Gegenwirkung

*) Das Daseyn dieser Kraft zeigen häufige Erfahrungen.

wirkung in einem gewissen Verhältniß, und wie sich leicht zeigen läßt, **wie die Quadrate der Halbmesser der Parallelen**, nemlich $Ee^2 : ri^2$, vermindert, wenn man von den Polen zum Aequator gehet: und da diese Halbmesser nach dem Cosinus ihres Abstandes vom Aequator abnehmen: so muß die Verminderung der Schwere mit dem Quadrat vom Cosinus desselben im Verhältniß stehen.

183. Nun haben Beobachtungen diese Abnahme der Schwere auf der Erdoberfläche wirklich gezeigt, und daher ist die 24 stündliche Umwälzung der Erde keinem Zweifel mehr unterworfen. **Richer** brachte 1672 ein genaues Secunden-Pendul von Paris nach der Insel Cayenne, und fand, daß solches daselbst täglich um 2 Min. zu langsam ging, und daß er es um $1\frac{1}{4}$ Linien verkürzen mußte, wenn es 3600 Schwingungen in einer Stunde machen sollte *). Hieraus folgt, daß die Körper unter dem Aequator vom Schwunge der Erdkugel um ihre Axe und der daher entstehenden Fliehkraft etwas von ihrer Schwere verlieren müssen. Fortgesetzte Pendulversuche in verschiedenen Entfernungen vom Aequator, haben dies immer mehr bestätigt.

*) S. von Penduln Hrn. Prof. Burja Grundlehren der Dynamik, Seite 201 u. folg.; ferner Erxleben, Muschenbrocks, ꝛc. Naturlehren.

184. Hierauf suchten **Newton** und **Huygen** durch tiefsinnige Schlüsse und Rechnungen zu beweisen, daß die Wirkung der Fliehkraft nicht allein eine verminderte Schwere unter dem Aequator zuwege bringe, sondern daß solche auch dort die ehemals noch weiche Masse der Erde mehr angehäuft, so daß nach hydrostatischen Gründen, bey dem Umschwunge der Erde, ihre Länder und Meere nicht eher in Gleichgewicht kommen konnten, bis sie von den Polen zum Aequator in allen Parallelen mehr erhöht oder senkrecht von der Axe weiter weg geführt worden, wodurch sich dann der Erdkörper zu einer um seine Pole etwas abgeplatteten Kugel (Sphäroid) formt. Sie fanden das Verhältniß der Länge der Erdaxe zum Durchmesser des Aequators wie 229:230.

185. Das, was hier allgemeine physikalische Grundsätze über die eigentliche Gestalt der Erde gaben, wünschte man nachher durch wirkliche Ausmessungen am Himmel und auf der Erdoberfläche bestätigt zu sehen. Aus den Mondfinsternissen ließ sich hierüber wenig Zuverläßiges schließen, weil sich höchstens nur der **achte** Theil vom Umkreise des Erdschattens auf der Mondscheibe zeigt. Man mußte also zu wirklichen Ausmessungen der Erdründung schreiten.

186. **Picard** bestimmte zuerst nach einer zuverläßigern Methode, als bis dahin gebraucht worden, im Jahr 1669 in den nordlichen Gegenden Frank-

reichs einen Bogen des Mittagskreises aus geometrischen und astronomischen Messungen, und **Dominicus Cassini** 1683 und 1700, von Paris bis zu den Pyrenäischen Gebürgen. Letzterer fand aus genauen Vergleichungen des Standes eines Sterns gegen den Zenith, an den Endpuncten des gemessenen Mittagsbogen im nordlichen und südlichen Frankreich, einen Grad desselben oder der Breite, südwärts von Paris 71 Franz. Klafter (Toisen) größer, als nordwärts. Hiernach müßten die Grade gegen die Pole hin kleiner seyn, und die Erde um ihre Pole eine länglichte Gestalt haben.

187. Es sey fig. 13. ABCD die länglichte oder elliptische Ründung der Erde, so wäre, nach **Cassini** Voraussetzung, AC der Durchmesser der Erdaxe, und BD des Aequators: weil man, nach seiner Beobachtung, bey A oder C nicht so weit gehen dürfe, um die Krümmung der Erdoberfläche merklich zu finden, als um D oder B, und folglich müßten die Grade dort kleiner, und hier größer seyn. Nach **Newton** aber war im Gegentheil BD die Erdaxe, und AC der Durchmesser des Aequators.

188. **Um** diesen Widerspruch zu heben, wurde vorgeschlagen, einige Grade des Mittagskreises unter dem Aequator, und so nahe als möglich, **bey den Polen** besonders zu messen. Von 1735 bis 1744 maaßen daher **Bouguer**, und Andere, in der Pe-

ruanischen Landschaft **Quito**, nahe am Aequator, einen Mittagsbogen von mehr als drey Graden geometrisch, und verglichen ihn mit dem Stand der Sterne gegen den Scheitelpunct *), und 1736 bestimmte **Maupertuis** in Lappland bey **Tornea** die Größe eines Grades vom Meridian **).

189. Der Erfolg dieser Beobachtungen zeigte 1) daß die Erde keine vollkommene Kugel sey: weil die Größe der Grade unter den Polen und dem Aequator ungleich ausfiel. Er bestätigte 2) **Newtons** Meynung: denn der Grad beym Nordpol war um fast 700 Franz. 6füßige Klafter größer, als der unter dem Aequator. **Maupertuis** berechnete hieraus, daß sich der Durchmesser des Erdäquators zur Länge der Axe wie 178 zu 177 verhalte. Diese abgeplattete Gestalt der Erde ergiebt sich ferner aus des **de la Caille** 1750 auf dem Vorgebürge der guten Hofnung unternommenen Gradmessung; auch die in Italien, Ungarn und Amerika angestellten Messungen führen auf gleiche Folgen.

190. Da nun diese Gradmessungen den nemlichen Schluß, wie die Pendulversuche oder die allgemeinen

*) S. Sammlung aller Reisebeschreibungen, 9ter Band, oder: *Bouguer*, la Figure de la Terre, Paris 1749. 4.

**) S. Samml. aller Reisebeschreibungen, 17ter Band, oder: Maupertuis, Figur der Erde, Zürch 1741. 8.

Nachforschungen über die Wirkungen der Schwere und Fliehkraft, veranlaßten: so sind Beobachtungen der genauesten Pendullänge unter verschiedenen geographischen Breiten häufig angestellt, da solche gleichfalls zur Bestimmung jenes Verhältnisses dienen. Man hat unter andern gefunden:

	Abstand vom Aequator.		Länge des Pendels.		
			Franz. Maaß.		
	Grad.	Min.	Zoll.	Lin.	100
Quito, am Meer	0	25 N.	36	7,	10
Insel Domingo	18	27	36	7,	37
Rom	41	54	36	8,	28
Paris	48	50	36	8,	57
London	51	31	36	8,	60
Petersburg	59	56	36	9,	20
Archangel	64	33	36	9,	10
Spitzbergen	79	50	36	9,	40

191. Aus dieser ungleichen Pendullänge in verschiedenen Entfernungen vom Aequator ergiebt sich nicht allein im Allgemeinen die durch die Fliehkraft unter dem Aequator bewirkte Verminderung der Schwere, wodurch der Pendulschwung langsamer von statten geht, und demnach dessen Länge verkürzt werden muß, sondern es wird auch dadurch Newtons Meynung bestätigt; denn die Verkürzung der Penduln unter dem Aequator ist wirklich noch geringer, als bey Voraussetzung einer vollkommenen Ku-

gelgestalt der sich drehenden Erde statt finden müßte: woraus dann die abgeplattete Figur derselben folgt *).

192. Da also der Pendulschwung durch die Wirkung der Schwere entsteht und unterhalten wird, so müssen sich die Kräfte der Schwere zweyer vom Aequator ungleich entfernter Oerter gegen einander verhalten, wie die Längen der Pendul, welche an beyden ihre Schwingungen in gleichen Zeiten vollenden (also beym Secundenpendul 3600 in einer Stunde); und da, nach Newtons Regel, auch bey der abgeplatteten Kugelgestalt der Erde die Zunahme der Schwerkraft vom Aequator zu den Polen sich beynahe nach dem Quadrat vom Sinus der geographischen Breite richte: so muß die Verlängerung der Penduln dorthin in gleichem Verhältnisse stehen. Und hieraus läßt sich die übrigens nicht sehr beträchtliche Abplattung der Erdkugel berechnen.

193. An der genauen Kenntniß der Figur der Erde ist besonders in der allgemeinen Naturlehre viel gelegen. Denn sie giebt 1) einen richtigen physikalischen Beweis von ihrer täglichen Umwälzung; sie setzt daher 2) die Theorie der Schwere in ein neues Licht; sie dient 3) zu einer größern Genauigkeit beym Ni-

*) S. meine Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, Berlin 1787. §. 135 — 145.

vellren; sie hat 4) bey der Berechnung der Entfernung des Mondes aus seiner beobachteten Horizontal-Parallaxe großen Nutzen. Wenn nach fig. 13. bey einem gleichen Abstande des Mondes einmal in n und zu einer andern Zeit in m derselbe von D aus unter dem Pol, und von A aus unter dem Aequator im Horizont erscheint: so ist, des ungleichen Erdhalbmessers wegen, die Parallaxe DnE kleiner als AmE. Sie dient 5) zur Bestimmung des Unterschiedes des wahren und scheinbaren Zeniths. Es sey fig. 13. vw der scheinbare Horizont, der in o eine Berührungslinie an der sphäroidischen Erdoberfläche ist; os die senkrechte Linie auf vw führt zum scheinbaren Zenith, und geht nach sox; eine Linie von E durch o nach z aber führt zum wahren Zenith. Wenn endlich 6) auf Specialcharten die Lage der Oerter, Länder und Seeküsten völlig richtig verzeichnet werden soll, muß die wirkliche, ungleiche Länge der Meridiangrade, und verhältnißmäßige Größe der Parallelkreise des Aequators dabey zum Grunde gelegt werden.

194. Ist die Figur der Erde bekannt, so läßt sich ihre Größe finden, wobey man anfangs voraussetzen kann, daß sie eine vollkommene Kugel sey. Wir sind aber nicht im Stande, den völligen Umfang, Durchschnitt, Weite der Oberfläche ꝛc. derselben durch unmittelbare Ausmessungen zu bestimmen, sondern können nur 1) einen verhältnißmäßig kleinen Bogen

vom Meridian nach einem bekannten Längenmaaße geometrisch ausmessen, und mit dem veränderlichen Stande eines gewissen Sterns gegen den Scheitelpunct an beyden Endpuncten desselben vergleichen; hierauf 2) das Verhältniß dieses Bogens zum ganzen Umkreis oder 360° berechnen, und damit den Umfang der Erde in jenem Längenmaaße finden. Dann lehrt 3) die Geometrie, wie aus dem Umkreis einer Kugel ihr Durchmesser, ferner hieraus der Inhalt ihrer Oberfläche, und endlich der körperliche Inhalt gefunden wird, wodurch sich die Größe der Erdkugel nach allen Ausdehnungen findet.

195. Nach fig. 12. steht, aus a betrachtet, der Stern S gerade im Zenith; geht man nun von a bis b, so wird daselbst t das Zenith, und S erscheint um eben so viele Grade vom Umkreise der Himmelskugel von t ab, als die Ortsveränderung oder der Bogen ab vom Umfange der Erde nabg austrägt, weil o der gemeinsame Mittelpunct der Erd- und Himmelskugel ist. Nun muß noch der zurückgelegte Weg nach einem bekannten Längenmaaße (Meilen, Ruthen, Klafter) ausgemessen werden, sonst weiß der Beobachter nicht, ob er auf der größern Erdkugel ab oder auf der kleinern rz gemacht hat, da beyde Bögen gleich viele Grade enthalten.

196. Auf dergleichen Untersuchungen sind schon die Alten vor mehr als 2000 Jahren gekommen;

allein erst im Jahre 1615 wählte **Snellius** zuverläßigere Mittel, da er in der Gegend um Leiden die Größe eines Grades vom Meridian durch Hülfe geometrischer Ausmessungen und astronomischer Beobachtungen bestimmte, und eben diesen Weg befolgte 1633 **Norwood** in England. Ich übergehe aber die Resultate dieser und anderer ältern Ausmessungen, da uns die Beobachtungen von **Picard** und **Cassini** gegen das Ende des vorigen, **Maupertuis** und **Bouguer** in dem jetzigen Jahrhundert der Wahrheit viel näher kommende geliefert haben.

197. Da man schon im voraus weiß, daß auf jeden Grad des Erdumfanges etwa 15 deutsche Meilen gehen, und daß es wegen der Ungleichheiten des Erdbodens und anderer Hindernisse nicht möglich ist, eine Linie, auch nur von einigen Meilen, unmittelbar mit der Meßruthe genau zu messen: so ist man genöthigt, einen Meridianbogen geometrisch zu bestimmen. Gesetzt nun, es liegen um demselben herum einzelne hohe Berge, auf deren Spitzen sich Standzeichen errichten lassen, die von den zunächst liegenden zu Gesicht kommen, und eine nothwendig erforderliche **Grundlinie** werde auf einem ebenen Felde wirklich gemessen: so lassen sich die Winkel finden, welche ihre Endpuncte mit den Standzeichen der benachbarten Berge formiren. Hierauf beobach-

tet man auf eine ähnliche Art von jenen Bergspitzen die Winkel, welche die dort aufgerichteten Standzeichen unter sich machen, woraus eine Verbindung von geradlinigten Dreyecken entsteht, die einzeln, nach bekannten Regeln berechnet, zur Erfindung des bey der Grundlinie gebrauchten Längenmaaßes eines zwischen ihren äußersten nordlichen und südlichen Endspitzen liegenden Meridianbogens dienen.

199. Dann ist noch zu untersuchen, was dieser Meridianbogen für ein Theil vom Umfange des Kreises sey, zu welchem er gehört; und hiezu dienen nun astronomische Beobachtungen, die, um der Wirkung der Stralenbrechung auszuweichen, so nahe als möglich beym Scheitelpunct herum angestellt werden müssen. Fände z. B. der Beobachter an dem nordlichen Endpuncte desselben mit einem genauen Quadranten einen gewissen Stern im Zenith, und an dem südlichen um $2^{\circ}\ 15'\ 26''$ nordwärts vom Zenith, so wäre er nach §. 195. versichert, daß sein gemessener Mittagsbogen genau eben so viel vom Umkreise der Erde halte (die Erde kugelrund betrachtet), woraus sich, wenn derselbe mit dem gefundenen Längenmaaße verglichen wird, der ganze Erdumfang ergiebt. So fanden z. B. **Bouguer** und **la Condamine** in Peru die Länge eines Erdmeridians 56753; **de la Caille** am Vorgebürge der guten Hofnung 57040; **Picard**

in Frankreich 57069; **Maupertuis** in Lappland 57422 Franz. Klafter *).

200. Bey Berechnung der Größe der Erde im Allgemeinen, kann man solche als eine vollkommene Kugel ansehen, und mit Hrn. Prof. **Klügel** die Größe eines Grades auf dem mittlern Umfang der Erde 57173,5 Franz. Klafter annehmen. Hiernach ist der Umfang der Erde 20 Mill. und 582460 Klafter; oder in **geographischen** Meilen 5400 (nemlich der 15te Theil eines Grades, jeden $\frac{57173,5}{15}$ = 3811,6 Klafter = 23661 Rheinl. Fuß). Nun verhält sich der **Umkreis** eines Circuls zu seinem Durchmesser unter andern wie 355 : 113; und daher bringt 355 : 113 = 5400 für den **Durchmesser** der Erdkugel 1719 Meilen heraus. Ferner findet sich ihr Flächenraum **aus dem Product des Durchmessers in dem Umkreise**; demnach: 1719 mal 5400 = 9 Millionen und 282600 Quadratmeilen. Endlich der **körperliche Inhalt der Erdkugel** aus dem Product des Flächeninhalts in dem 6sten

*) Eine bey der hiesigen Königlichen Akademie der Wissenschaften herausgekommene Charte zeigt die Triangelverbindungen bey den Gradmessungen in Frankreich, Peru, Lappland und am Vorgebürge der guten Hofnung, nach einerley Maaßstab, entworfen.

Theil des Durchmessers; also: 9,282600. $\frac{1719}{6}$ =

2659 Millionen 464900 kubische Meilen *).

201. Zur genauern Berechnung der Größe der Erde müßten eigentlich die Längen aller Grade des Meridians, dessen genaue Krümmungsgestalt und das Verhältniß der Erdaxe zum Durchmesser des Aequators, bekannt seyn. Hierin weichen aber die Untersuchungsresultate der Astronomen und Geometer, nach den verschiedenen gebrauchten Methoden und Zusammenstellung der Beobachtungen, merklich von einander ab. Die Angaben des Hrn. **Mallets** sind folgende:

Grade der Breite.	Grade der Parallelen. Fr. Klafter.	S O Z Fig. 13.		Halbmesser der Erde. Franz. Klafter.	Grade des Aequators. Franz. Klafter.
0	57255	0′	0″	3280451	56683
10	56393	5	52	3279962	56709
20	53833	11	2	3278553	56783
30	49646	14	53	3276387	56896
40	43950	16	58	3273723	57036
50	36911	17	0	3270876	57184
60	28734	14	58	3268187	57324
70	19669	11	7	3265987	57439
80	9991	5	55	3264547	57518
90	0	0	0	3264049	57542

*) Da man schon längstens den 15ten Theil eines Grades vom Umfang der Erde, eine deutsche oder geographische Meile genannt, welche übrigens nirgends im

202. Bey der sich vornemlich auf den scheinbaren jährlich veränderlich zeigenden Meridianstand der Sonne beziehenden astronomischen Abtheilung der Erdoberfläche, sieht man die Erde als eine geometrische Kugel von 5400 geographischen Meilen (15 auf einen Grad gerechnet) im Umkreise an, und denkt sich auf derselben den **Aequator, Meridian** und **Horizont**, so wie die beyden **Wende-** und **Polarcircul.** In fig. 14. ist sn die Axe der Erde, n ihr Nord- und s ihr Südpol; ersterer steht am Firmament nach N, und letzterer nach S hinaus, und daher scheint sich die Himmelskugel um SN in 24 Stunden zu drehen; NASE ist ein Durchschnitt der Himmelskugel in der Ebene des Meridians, und eben daher ist nase ein Meridian auf der Erdkugel. Durch A und E geht der Aequator am Himmel, in dessen Ebene hier das Auge steht, da er also als eine gerade Linie erscheint, und ae ist daher der Erdäquator, welcher die Erde, so wie jener die Himmelskugel, in die nordliche und südliche Hälfte theilt. Durch DD geht die Ebene des Krebs- und durch BB die des Steinbocks-

Gebrauch ist, ob sie gleich den in Deutschland üblichen Meilen ziemlich nahe kömmt: so läßt sich bloß bey dieser Voraussetzung die Größe der Erdkugel nach geometrischen Gründen, wie vorhin, finden, und nur die eigentliche Größe dieser Meilen war durch die neuern Beobachtungen zu bestimmen.

Wendecirculs. Linien von DD und BB gegen den gemeinsamen Mittelpunct der Erde und des Himmels C gezogen, werden da, wo sie in d und b die Erde berühren, die beyden Wendecircul dd und bb bezeichnen; FG und IK sind die Ebenen des nordlichen und südlichen Polarcirculs, und diese Kreise entstehen auf eine ähnliche Art, wie vorhin auf der Erde in fg und ik.

203. Aus der obigen Beschreibung dieser Kreise ist ihr Endzweck bekannt. Die Sonne hält sich beständig zwischen B und D am Himmel auf. Steht sie im Aequator AE, so geht sie den Erdbewohnern unter ae durchs Zenith; und eben so unter bb und dd, wenn sie den Steinbocks- B und Krebswendecircul D erreicht. BD hält am Himmel 47° = der doppelten Schiefe der Ecliptik, und eben so viel bd auf der Erde. Ueber die von d und b weiter gegen die Pole liegenden Länder kommt sie niemals senkrecht.

204. Durch die Wende- und Polarcircul wird die Erde in fünf mit dem Aequator parallel liegende Zonen oder Erdgürtel abgetheilt. Der Raum zwischen beyden Wendecirculn bb und dd, welcher 47 ⋈ 15 = 705 Meilen breit ist, und unter dem Aequator ae 5400 Meilen im Umfange hat, heißt **der heiße Erdgürtel:** weil die Sonne über einem jeden Punct desselben zweymal (wiewohl unter bb und dd nur einmal) im Jahr zu Mittage senkrecht steht, wodurch

dann daselbst ihre Stralen am wirksamsten werden können. Von den Räumen zwischen den Wende- und Polarcirculn dd und fg, imgleichen bb und ik, heißt jener der **nordliche**, und dieser der **südliche gemäßigte Erdgürtel.** Eine jede dieser Zonen erstreckt sich von $23\frac{1}{2}$ bis $66\frac{1}{2}$ Grad Abstand vom Aequator, und hat demnach eine Breite von 43 Grad oder 645 Meilen im Bogen des Meridians; ihr Umfang auf einem Wendecircul ist 4952, und auf einem Polarcircul nur 2153 Meilen. Endlich die von den Polarcirculn eingeschlossenen Kugelstücken um beyde Pole fgn und iks, welche 2 mal $23\frac{1}{2} = 47$ Grad im Bogen des Meridians zum Durchmesser haben, heißen die **kalten Erdgürtel.**

205. Nach geometrischen Gründen verhält sich die **heiße Zone** zur ganzen Erdoberfläche, wie der Sinus von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ zum Radius; die **beyden gemäßigten** zusammen verhalten sich zur ganzen Erdfläche, wie der Unterschied der Sinusse von $66\frac{1}{2}$ und $23\frac{1}{2}^{\circ}$ zum Radius; endlich die **beyden kalten Zonen,** wie der Sinus versus von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ zum Radius. Hiernach nimmt von den 9 Millionen und 282600 Quadratmeilen, welche die ganze Oberfläche der Erde faßt, die **heiße Zone** 3 Millionen 701433; jede der **gemäßigten** 2 Millionen und 405635, und jede der **kalten** 384948 Quadratmeilen ein.

206. Einem Beobachter auf der Erde, der nach der 14ten Figur vom Aequator a z. B. nach dem Nordpol n, seinen Weg nimmt, müssen, da derselbe überall eine senkrechte Stellung auf der Erdoberfläche behält, oder allemal in der verlängerten Richtung eines Erdhalbmessers bleibt, alle Kreise der Himmelskugel nach und nach, entweder in einer geraden, oder in einer schiefen, oder endlich in einer parallelen Lage gegen seinen Horizont sich darstellen: und daher ist die Benennung der geraden, schiefen und parallelen Himmelssphäre entstanden. Die Bewohner der heißen Zone, oder des Aequaters in a, haben die Himmelskugel **gerade**. Denn in a und c kommt der Aequator AE im Scheitelpunct, und die beyden Pole S und N stehen im wahren Horizont: folglich steigen die Himmelskörper im Aequator und in allen Tagescirculn gegen den Zenith und Horizont senkrecht auf und ab. Zwischen dem Aequator und den Polen liegen alle sich auf den scheinbaren Umlauf der Himmelskugel beziehende Kreise schief gegen den Horizont, und nach dieser Richtung geht auch alles Gestirn auf und unter. Z. B. r hat Z zum Zenith, und HR wird der Horizont; endlich den Bewohnern der Pole wird N und S zum Zenith, und der Aequator AE zugleich zum Horizont. Woraus folgt: daß die täglichen Umläufe der Himmelskörper in mit dem Horizont **parallel** liegenden Kreisen geschehen. Nur

unter

unter dem Aequator kömmt in 24 Stunden der ganze Himmel zu Gesicht; zwischen demselben und einem von den Polen aber bleibt ein immer größerer Theil um den entgegenstehenden Pol unter dem Horizont verborgen, so wie ein ähnlich großer sich um den nächsten Pol beständig zeigt; unter den Polen selbst aber erscheinen nur die in der nordlichen oder südlichen Halbkugel des Himmels stehenden Himmelskörper über dem Horizont, und gehen weder auf noch unter.

207. Die Erdkugel erhält ihre Erleuchtung von der Sonne. Eine Kugel aber kann, wenn sie mit dem erleuchtenden Körper einerley Größe hat, nur in einem unendlichen Abstande genau bis zur Hälfte von ihm Licht erhalten. Nun ist die Sonne nicht unendlich weit von uns, und auch vielmal größer im Durchmesser als die Erde, welche daher aus der erstern Ursache etwas weniger, und aus der letztern etwas mehr als zur Hälfte von derselben erleuchtet wird. Da aber dieser Unterschied nur geringe ist, so wird er in der mathematischen Erdbeschreibung nicht gerechnet, und man setzt voraus: daß überall 180 Grad vom Umkreis der Erde das Sonnenlicht genießen.

208. Steht die Sonne im Aequator A, so ist für einen jeden Augenblick s a n die erleuchtete, und s e n die dunkle Halbkugel der Erde, welche s n von einander scheidet, und bey dem scheinbaren Umlauf der Sonne werden alle Theile der Erdoberfläche in

14 Stunden erleuchtet. Unter dem Aequator läuft die Sonne durchs Zenith, und unter den Polen am Horizont herum. Rückt aber die Sonne vom Aequator nach Norden oder Süden gegen die Wendecircul, so fängt sie an, ihre Stralen so weit jenseits des Pols, gegen den sie rückt, zu werfen, als sie solche von dem gegenüber liegenden zurückzieht. Im D wird idg so wie in B, kbf die für jeden Augenblick erleuchtete Halbkugel; um diese Zeit werden also die unter dem einen Pol vom Polarcircul eingeschlossenen Länder beständig von der Sonne erleuchtet, da die um den andern Pol liegenden in der dunkeln Halbkugel bleiben.

209. Hieraus folgt die sehr ungleiche Dauer der Tage und Nächte auf dem Erdboden. Die Sonne beschreibt ihre Tagescircul mit dem Aequator parallel. Nun theilt 1) der Horizont SN **unter dem Aequator** alle Tagescircul (beyde Wendecircul sind Beyspiele), gerade zur Hälfte: die Tage und Nächte müssen folglich daselbst durchs ganze Jahr 12 Stunden lang seyn. 2) Der Horizont eines **zwischen dem Aequator und den Polen liegenden Landes**, wie z. B. HR, theilt hingegen diese Tagescircul in sehr ungleiche Theile: und folglich müssen die Tage allda ungleich lang seyn. Endlich 3) der **Horizont unter den Polen**, wie AE (der Aequator), läßt nur die in der einen Halbkugel vom Ae-

quator bis zum sichtbaren Pol sehen. Ist die Sonne selbst im Aequator, so ist auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang: weil vom Aequator, als einem größten Kreise, überall die Hälfte über dem Horizont steht. Steigt sie vom Aequator gegen den Krebswendecircul, so werden die Tage in der nordlichen Halbkugel länger; und geht sie vom Aequator zum Steinbockswendecircul, so findet das Gegentheil in der südlichen Halbkugel statt. Diese Ungleichheit der Tage wird immer größer, je näher man den Polen kömmt, woselbst die Sonne 6 Monate lang unter und über dem Horizont bleibt *).

210. Schon die Alten theilten nach der ungleichen Dauer der Tage und Nächte die Erdoberfläche in sogenannte **Klimata**, oder mit dem Aequator parallel liegende Erdstriche ab, an deren Gränzen nach den Polen hin, der längste Tag eine halbe Stunde zugenommen. Vom Aequator bis zu den Polarcirculn giebt es deren 24, da nemlich in diesem Zwischenraum der Tag von 12 bis 24 Stunden zunimmt; und weil dies immer schneller geschieht, so werden die Klimate

*) Uebrigens trägt die Summe der Länge aller Tage des Jahrs, oder die Verweilung der Sonne über dem Horizont für einen jeden Ort der Erde, genau die Hälfte aller Stunden des Jahrs aus, und diesemnach ist auf der ganzen Erde ein halb Jahr Tag und ein halb Jahr Nacht.

immer schmäler. Von der Dauer des längsten Tages 12 Stunden subtrahirt, und den Rest in halbe Stunden verwandelt, giebt an, in welchem Klima ein Ort liegt. Vom Polarcircul bis zum Pol sind noch 6 Klimate, an deren Gränzen aber der längste Tag auf einmal um einen ganzen Monat zugenommen.

211. Die Bewohner der Erde werfen unter dem Aequator und überhaupt in der heißen Zone an den beyden Tagen, da die Sonne durch den Scheitelpunct geht, keinen Schatten, und werden **unschattige**; sonst fällt ihr Schatten entweder gegen Norden oder Süden, nachdem die Sonne süd- oder nordlich beym Zenith vorbeygeht: sind also auch **zweyschattige**. Unter einem jeden Wendecircul wird an dem Tage, da die Sonne denselben berührt, zu Mittag kein Schatten bemerkt, sonst fällt er unter dem Krebswendecircul allemal gegen Norden, und unter dem Steinbockswendecircul gegen Süden. Die Bewohner der nordlichen und südlichen gemäßigten Zone werfen ihren Schatten allemal gegen Norden oder gegen Süden: sind daher **einschattige**. In den von den Polarcirculn eingeschlossenen Ländern giebt es in den Monaten, da die Sonne beständig über dem Horizont bleibt, **umschattige**.

212. In den beyden gemäßigten Zonen geht der astronomische Frühling an, wenn die Sonne im Aequator steht, und anfängt, sich gegen den über dem

Horizont befindlichen Pol zu erheben. Der Sommer, wenn sie nach 3 Monaten den Scheitelpunct in dem gegen den sichtbaren Pol liegenden Wendekreis am nächsten gekommen. Der Herbst, wenn sie sich nach 3 Monaten abermal im Aequator befindet, und gegen die Seite des unsichtbaren Pols rückt. Der Winter, wenn sie abermal nach 3 Monaten in dem dem unsichtbaren Pol zugekehrten Wendecircul vom Zenith ihre größte Entfernung erreicht. Demnach sind alle vier Jahrszeiten zugleich auf dem Erdboden vorhanden.

213. Die Länder der heißen Zone haben wegen des täglichen hohen Mittagsstandes der Sonne mehrentheils Sommer, und nur eine geringe Abwechselung der natürlichen Jahrszeiten. Letzteres findet auch in den kalten Erdgürteln statt, indem daselbst, wegen des beständig niedrigen Standes der Sonne, ein beständiger Winter herrscht. In den beyden gemäßigten Zonen zeigt sich hingegen die merklichste Abwechselung der Jahrszeiten oder der Wärme und Kälte; doch richtet sich ihre Stärke so wenig nach dem größern oder kleinern Winkel, unter welchem die Sonnenstralen auf ein Land fallen, als der verschiedenen Verweilung der Sonne über dem Horizont.

214. Nach den Abtheilungen der Erdoberfläche in Zonen, Klimate ꝛc. läßt sich nur sehr allgemein die Lage eines Ortes auf derselben, und überdem nur der

Entfernung vom Aequator nach, angeben. Es werden demnach durch einen jeden Punct des Aequators und beyde Pole Meridiane gezogen, und die Entfernung des Meridians eines Ortes von demjenigen, den man, als den ersten angenommen, in Graden des Aequators oder seiner Parallelen von Westen gegen Osten gezählt, heißt die **geographische Länge** des Orts. Dann werden noch durch diese Meridiane vom Aequator bis zu den Polen Kreise mit dem Aequator parallel gezogen, und die Entfernung auf einem derselben vom Aequator nach Norden oder Süden, heißt die **geographische Breite** eines Ortes.

215. Die alten Erdbeschreiber zogen den ersten Meridian durch die äußersten westlichen Gränzen der ihnen bekannten Länder, wie **Eratosthenes** durch die sogenannten Herkulessäulen bey Gibraltar. Einige der neuern haben ihn durch die Azorische Insel **Flores**, Andere durch die Canarische Insel **Teneriffa** ꝛc. gezogen. Seit 1634 ziehen die Franzosen den ersten Meridian durch die westlichste der Canarischen Inseln **Ferro**, deren westliche Küste 20° 30′ vom Meridian der Pariser Sternwarte westwärts, und der erste Meridian wird genau 20° vom Pariser gegen Westen gesetzt, welches die neuern Geographen bey der Verzeichnung der Meridiane auf Landcharten und Globen befolgen.

216. Die geographische Breite ist allemal der Polhöhe eines Orts gleich, oder nach fig. 14. ist für r, ar = dn der Abstand des Pols vom Horizont oder der Polhöhe NCR. Unter dem Aequator liegt der Pol n wie s im Horizont, um so viele Grade sich nun der Beobachter auf der Erdoberfläche im Meridian von a nach n begiebt, um eben so viele erhebt sich der Pol n über seinen Horizont *). Der wahre Horizont HR des Orts r, dessen Scheitelpunct Z ist, schneidet von der Erd- und Himmelskugel und deren Kreisen ähnliche Bögen ab. HZR ist der halbe Umfang des Meridians über dem Horizont, AN = 90°. Daher auch HA + RN die Summe der Aequator- und Polhöhe = 90°, AZ = 90° — HA, und ZN = 90° — RN.

217. Alle Oerter unter demselben Meridian haben gleiche Länge und im nemlichen Augenblick Mittag, und alle die auf gleichen Parallelkreisen liegen, gleich große Breiten oder Polhöhen, und

*) Verzeichnisse von den Längen und Breiten der merkwürdigsten Oerter nach den neuesten Beobachtungen finden sich unter andern in meinen astronomischen Jahrbüchern von 1776 bis 1788; in meiner Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, Berlin 1786; und in der Beschreibung und Gebrauch meiner auf den Horizont von Berlin entworfenen Weltcharte, Berlin 1793.

gleiche Länge der Tage. Die Grade der Meridiankreise oder der Breite sind überall (die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet) gleich groß; die Parallelkreise des Aequators aber, und folglich auch ihre Grade (Grade der Länge), werden gegen die Pole hin immer kleiner, wie folgende Tafel von 10 zu 10 Grad der Breite zeigt.

Graden der Breite.	Größe der Graden in den Parallelkreisen.	Umfang der Parallelkreise.
	Geograph. Meilen.	Geograph. Meilen.
0	15, 00	5400
10	14, 77	5318
20	14, 09	5074
30	12, 99	4676
40	11, 49	4137
50	9, 64	3471
60	7, 50	2700
70	5, 13	1847
80	2, 60	938
90	0, 00	0

Die Größe der Graden und der Umfang der Parallelkreise wird gefunden, wenn man 15 oder 5400 Meilen mit dem Cosinus der Breite multiplicirt.

218. **Gegenfüßler** heißen diejenigen Bewohner der Erde, welche unter der uns entgegen stehenden Hälfte unsers Mittagskreises, also 180° in der Länge, von unserm Meridian verschieden, und zwar so weit unter einer südlichen als wir nordlichen Breite sich befinden. Bey ihnen sind unsere Tages- und Jah-

teszeiten entgegen gesetzt anzutreffen. **Gegenwohner** sind diejenigen, welche in unserm Meridian unter einer gleich großen aber südlichen Breite wohnen; sie haben mit uns einerley Tages- aber entgegengesetzte Jahreszeiten. Endlich die mit uns unter einerley nordlichen Breite, oder auf einem gleichen Parallelkreise, aber in dem jenseits des Pol liegenden Theil unsers Meridians wohnen, heißen **Nebenwohner**, und diese haben mit uns einerley Jahres- aber entgegengesetzte Tageszeiten.

219. Unter einem jeden Meridian der Erde zählt man gleiche Stunden des Tages, und wenn die Sonne in dessen Kreisebene kommt, 12 Uhr Mittags. Der Bogen des Aequators oder seiner Parallelen, zwischen zweyen Meridianen in Zeit verwandelt, giebt an: wie viel der eine früher oder später, wie der andere, Mittag oder eine jede andere Tagesstunde hat; und da die Sonne in 24 Stunden ihren scheinbaren Umlauf am Himmel vollendet: so geschieht die Verwandelung dieses scheinbaren Sonnenlaufs in Zeit nach der Anweisung im §. 114. Meridiane, die um 1 Grad ost- oder westlich von einander liegen, zählen hiernach 4 Minuten mehr oder weniger, 15° geben eine Stunde Unterschied ꝛc.

220. Die Sonne umläuft den Himmel von Osten gegen Westen, die östlichen Länder müssen solche demnach früher durch ihren Meridian gehen sehen, als

die westlichen. In einem jeden Augenblick kan
unter demjenigen Meridian der Erde 12 Uhr M
seyn, dessen Ebene mit der Ebene des Meridia
Firmament, worin die Sonne steht, zusamme
ostwärts von demselben müssen schon Nachmi
westwärts aber erst Vormittagsstunden seyn
Mitternacht trift unter den der Sonne genau
gen liegenden Meridian. Daher finden die vier
geszeiten zugleich auf der Erde statt.

221. Ein Reisender, der seinen Weg bes
z. B. gegen Osten nimmt, wird nach jede 15 G
die er zwischen zweyen Meridianen, also im A
des Aequators oder seiner Parallelen gerechnet
rücklegt, unter einen Meridian kommen, in w
die Sonne eine Stunde früher als in den Me
des Orts seiner Abreise kömmt. Er wird Oerte
treffen, wo die Sonne nach seiner mitgenomm
und nach dem Meridian seines Orts richtig geh
Uhr, um die 11te, 10te, 9te ꝛc. Stunde des
mittags den Mittag macht. Setzt er seine Reis
die ganze Erdkugel fort, so muß er bey seiner
kehr 24 Stunden oder einen ganzen Tag mehr
nen. Das Gegentheil erfolgt, wenn die Reise g
Westen geschieht: weil die Sonne in den westl
Meridianen immer später ankömmt.

222. Der Zeitunterschied der Meridiane zu
Oerter läßt sich nicht so leicht wie ihre Breite fin

denn zu dieser letzten Absicht darf man nur unter andern ihre Polhöhe messen. Zur Bestimmung jenes Unterschiedes aber werden besondere und in gleichen Augenblicken unter beyden Meridianen angestellte astronomische Beobachtungen erfordert. Himmelsbegebenheiten, die in einem gleichen Augenblick anfangen und aufhören, sind besonders hiezu dienlich, als z. B. **Mondfinsternisse.** Wird deren Anfang an einem gewissen Ort um 8 Uhr Abends bemerkt, und ein anderer zählt alsdann erst 7 Uhr: so liegt der letztere Ort von dem erstern um eine Stunde, im Meridian gerechnet, gegen Westen. Auf dem festen Lande sind astronomische hiezu dienende Beobachtungen viel leichter, als auf der See anzustellen, und doch ist die Auflösung dieser Aufgabe für die Schiffahrt äußerst wichtig.

Man verlangt:

223. **Eine künstliche Erdkugel nach den Weltgegenden und für einen europäischen Ort z. B. Berlin zu stellen** *): Man bringt, entweder vermittelst eines Compasses, oder auf bekannte Art, um 12 Uhr Mittags bey scheinender Sonne den

*) Hiebey empfehle ich den neuen einfüßigen Globus vom Hrn. Geh. Kriegssecretair Sotzmann gezeichnet, den der Mechanikus Herr Beringer in Nürnberg verfertigt und herausgiebt. Er kostet etwa 10 Thlr. in Golde.

messingenen Meridianring des Globus, durch die Bemerkung, wenn derselbe keinen Schatten wirft, in die Lage von Süden nach Norden; erhebt den Nordpol um die geographische Breite über den Horizont; stellt diesen Ort unter den messingenen Meridian, und befestigt die Kugel in dieser Lage.

224. **Die Lage Berlins gegen die übrigen Länder der Erde:** Steht dieser Ort unter dem messingenen Meridian, so liegt er auf der Mitte einer Halbkugel der Erde, der für ihn die obere heißen kann, und der hölzerne Horizont des Globus theilt diese von der untern. Man übersieht also diejenigen Länder der Erde, die mit ihm auf einer und derselben Halbkugel oder in der entgegenstehenden liegen, durch welche Länder und Oceane die Ebene seines wahren Horizonts geht, und welche folglich um den vierten Theil vom Umfange der Erde von ihm entfernt anzutreffen sind.

225. **Den Abstand der Oerter der Erde von Berlin, und nach welcher Weltgegend sie von dieser Stadt liegen:** Schraubt man den messingenen Höhenquadranten am Scheitelpunct des Globus, in welchen Berlin gesetzt worden, fest, und führt selbigen über einen Ort, so ergiebt sich dessen Entfernung auf dem kürzesten Wege, das ist, nach der Richtung eines größten Kreises in Graden, und diese mit 15 multiplicirt, in geographischen Meilen,

Zugleich zeigt der Höhenquadrant auf dem Horizont die Weltgegend und den Azimuthalwinkel, unter welchem der Ort von Berlin liegt. Für einen Ort der untern Halbkugel muß man den Südpol um die Berliner Polhöhe über den Horizont erheben, den Fußpunct von Berlin unter den Meridian bringen, und den am Höhenquadranten vom Horizont herauf gefundenen Abstand zu 90° addiren; endlich die Weltgegenden entgegengesetzt nehmen, z. B. statt SW, NO.

226. **Die Mittagshöhe der Sonne, ihren Auf- und Untergang, ihre Abend- und Morgenweite, die Länge des Tages, für Berlin an einem gegebenen Tage:** Nachdem der Globus auf die Berliner Polhöhe gestellt worden, wird der Ort der Sonne in der Ecliptik, die noch zum Theil auf Erdgloben vorzukommen pflegt; oder besser, der Grad der Sonnenabweichung an einem eingetheilten Meridian genommen, unter den messingenen Meridian gesetzt, und der Zeiger auf 12 Uhr Mittag gestellt; hierauf diese Abweichung zur Höhe des Aequators addirt, wenn sie nordlich, hingegen subtrahirt, wenn sie südlich ist, giebt die Mittagshöhe der Sonne. Führt man diesen Grad an den östlichen oder westlichen Horizont, so zeigt der Zeiger den Auf- und Untergang der Sonne; die Zeit des letztern doppelt genommen, giebt die Dauer des Tages; der Abstand je-

nes Grades vom Ost- oder Westpunct ist die Morgen- und Abendweite der Sonne.

227. **Für eine gegebene Tagesstunde zu Berlin, wie viel die Uhr an andern Oertern sey:** Es wird Berlin unter den Meridian und der Zeiger auf die gegebene Stunde gesetzt; hierauf der Globus herumgedreht, bis jene Oerter durch den Meridian gehen, da denn der Zeiger angiebt, wie viel solche zu der nemlichen Berliner Stunde an ihrer Uhr zählen. Ob dies Morgen- und Abendstunden sind, läßt sich aus der bekannten Berliner Stunde leicht beurtheilen.

228. **Wie die Erde für einen jeden Tag von der Sonne erleuchtet wird, welchen Oertern sie in den Scheitelpunct kömmt, und wo sie zu gleicher Zeit auf- und untergeht:** Man stellt den Nord- oder Südpol um so viele Grade über den Horizont des Globus, als die nordliche oder südliche Abweichung der Sonne austrägt, so geht der Tagescircul der Sonne im Meridian durch den höchsten Punct des Globus und allen Oertern, die auf diesem Tagescircul liegen, erscheint die Sonne an diesem Tage im Scheitelpunct. Demnach ist für jeden Augenblick die über dem Horizont stehende Halbkugel die Tagesseite, und die unter dem Horizont liegende die Nachtseite der Erde; im obern Meridian ist 12 Uhr Mittags, im untern Mitternacht, ostwärts

zählt man Abend- und westwärts Morgenstunden. Allen an der östlichen Hälfte des Horizonts liegenden Ländern geht die Sonne zugleich unter, so wie allen auf der westlichen Hälfte, auf.

229. **Die Länge des Tages und der Nacht an irgend einem Ort der Erde, imgleichen diejenigen Gegenden, wo die Sonne nicht auf- oder untergeht, für eine gegebene Zeit:** Wenn bey der vorigen Stellung des Globus der Ort, dessen Tageslänge gesucht wird, unter den Meridian, und der Zeiger auf 12 Uhr Mittag gesetzt, hierauf dieser Ort an den westlichen Horizont geführt wird: so giebt der Zeiger an, wie viele Stunden vor Mittag die Sonne aufgeht, und wenn er an den Osthorizont gebracht wird, wie viele Stunden nach Mittage die Sonne untergeht. Die Zeit des Aufganges doppelt genommen, giebt die Länge der Nacht, und diese von 24 Stunden subtrahirt, die Länge des Tages. Endlich zeigt der Globus beym Umdrehen, daß allen Ländern, die von den Polen in einem der Abweichung der Sonne gleichen Abstand liegen, die Sonne alsdann nicht auf- oder untergeht.

230. **Die Gegend, wo die Sonne für eine gegebene Berliner Zeit im Scheitelpunct steht, ihre Höhe über dem Horizont an verschiedenen Oertern, und wo sie auf- und untergeht:** Stellt man die Polhöhe des Globus der

Abweichung der Sonne gleich, Berlin unter den Meridian, und den Zeiger auf die gegebene Stunde; dreht hierauf den Globus um, bis der Zeiger die 12te Mittagsstunde angiebt: so zeigt die obere Halbkugel alle Länder, die zu jener Stunde Tag, und die untere alle die alsdann Nacht haben; am östlichen Horizont geht die Sonne unter, und am westlichen auf; über dem im obern Meridian liegenden höchsten Punct steht die Sonne im Scheitelpunct, also 90° hoch. Der Höhenquadrant zeigt alsdann die Sonnenhöhe an allen Orten, die unter ihn kommen, vom Horizont bis zu jedem Ort herauf gezählt. Dreht man ihn um den Scheitelpunct herum, so zeigt er alle Oerter, denen alsdann die Sonne gleich hoch steht.

231. **Die Erleuchtung der Erde von der Sonne für die gegebene Berliner Zeit, unmittelbar durch den Sonnenschein:** Man hebe den Globus mit seinem messingenen Mittagskreis aus dem hölzernen Horizontgestelle heraus, und befestige drey Fäden an den Mittagskreis, den mittelsten am Berliner Zenith, und die beyden andern an den Puncten, wo die Pol- und Aequatorhöhe dieses Orts hinfällt; hänge die Kugel bey scheinender Sonne an diesen drey Fäden dergestalt auf, daß ihr Mittagskreis mit der Lage der Mittagslinie übereinkomme, und jene beyden Puncte horizontal liegen; stelle Berlin unter den Meridian, und suche die Kugel innerhalb

halb demselben unverrückt zu erhalten: so wird der Globus durch den Augenschein zeigen, wie die Sonne unsere Erdkugel für diese Zeit wirklich erleuchtet; auf welcher Halbkugel der Erde es alsdann Tag und auf welcher es Nacht ist, wo die Sonne auf- und untergeht ꝛc.

232. **Die Entfernung zweyer Oerter auf der Erdoberfläche aus ihrer bekannten geographischen Länge und Breite:** Liegen beyde unter dem Aequator, oder unter einem gleichen Meridian, so giebt der Unterschied ihrer Länge oder der Unterschied ihrer Breite in Graden, mit 15 multiplicirt, ihre Entfernung von einander längs einem größern Circul, oder auf dem kürzesten Wege, in geographischen Meilen an. Liegen beyde auf einem gleichen Parallelkreis, so wird der Unterschied ihrer Länge in Graden mit dem Cosinus ihrer gemeinschaftlichen Breite, und noch mit 15 multiplicirt, ihre Entfernung im Parallelkreise nach geographischen Meilen. Um solche auf dem kürzesten Wege zu finden, ist es hinreichend, den Höhenquadranten am Meridian da anzuschrauben, wo der eine Ort durchgeht; ihn dann über den andern Ort zu führen, und den zwischen beyden liegenden Gradbogen mit 15 in geographische Meilen zu verwandeln. Endlich wenn beyde Oerter eine verschiedentliche Länge und Breite haben, so kann ihr

kürzester Abstand gleichfalls durch den Höhenquadranten auf eine ähnliche Art, wie vorhin, mechanisch gefunden werden.

Fünfter Abschnitt.

Von dem Luftkreise, Erscheinungen desselben, und optischen Betrügen beym Anblicke des Firmaments.

233. Wir sehen alle Himmelskörper jenseits einer flüßigen und durchsichtigen Materie, welche den Erdball bis auf eine gewisse Höhe umgiebt, und die Atmosphäre oder der **Luftkreis** genennet wird. Er verändert den scheinbaren Stand der Himmelskörper (§. 153 — 161.), und Erscheinungen in der Atmosphäre sind von wirklichen Begebenheiten an den Himmelskörpern wohl zu unterscheiden.

234. Der Luftkreis verstattet den Lichtstralen freyen Durchgang; sie brechen sich in den äußerst feinen Theilen derselben, und werden alsdann blau gefärbt zurück geworfen: daher entsteht die blaue Farbe

des von Wolken freyen Himmels. Die Luft hat eine Schwere, läßt sich zugleich in einen engern Raum zusammen bringen, und nimmt wieder den vorigen Raum ein, wenn der Druck nachläßt: sie ist also elastisch, und ihre Dichtigkeit nimmt daher mit der zunehmenden Höhe ab, weil die untere Luft das Gewicht der höhern trägt. Jede Luftsäule steht mit einer etwa 28 Zoll hohen Queckſilbersäule im Gleichgewicht.

235. Wäre das Gesetz völlig bekannt, nach welchem sich die Dichtigkeit der Luft in den obern Gegenden vermindert, so ließen sich aus beobachteten Barometerhöhen auf der Erdoberfläche und den höchsten Bergen über die ganze Höhe des Luftkreises richtige Folgerungen ziehen; allein diese Kenntniß ist noch mangelhaft. **Kepler, de la Hire** ꝛc. haben aus der Dauer der Abend- und Morgendämmerung die Höhe der Luft bis dahin, wo sie noch die Stralen der Sonne bricht und zurückwirft, auf 10,7 deutsche Meilen berechnet *), wiewohl diese Höhe nicht an

*) Nach fig. 10. ist in dem in r rechtwinklichten Dreyeck r x C, der Winkel r C x = 9°: denn r A hat nach den Beobachtungen 18°, in A geht die Sonne auf, wenn in r die Morgendämmerung anbricht; dann ist noch der Halbmesser der Erde C r = 860 Meilen bekannt. Hieraus findet sich C x durch $\frac{Cr}{\frac{}{Sin.\ Cxr}} =$ 870,7 Meilen, und C x — C y = y x = 10,7 Meilen.

allen Orten und zu allen Jahrszeiten gleich groß seyn kann *). Der Mond und die Sonne müssen auch die Luft theils wegen ihrer Anziehung oder ihres Drucks, und theils wegen der Erwärmung der letztern, vornemlich in den Gegenden zwischen den Wendekreisen, über welche beyde senkrecht kommen können, wechselseitig ausdehnen. Diese Wirkungen sind der vornehmste Ursprung der Winde und der größtentheils davon abhängenden veränderlichen Witterungen.

236. Der Luftkreis macht übrigens mit der Erdkugel ein Ganzes aus, und hat für sich keine eigene Bewegung. Er ist eine nothwendige Bekleidung derselben, leistet ihren Bewohnern den unentbehrlichsten Nutzen, und vermehrt die Annehmlichkeiten ihres Wohnplatzes. Die Luft dient vornemlich allen lebendigen Geschöpfen zum Einathmen, das Feuer zu unterhalten, den Schall fortzupflanzen, und den Wachsthum der Pflanzen und thierischen Körper zu befördern.

237. Der Luftkreis ist ferner der Sammelplatz aller Ausdünstungen, welche sich von der Oberfläche der Erde, dem Meere, allen thierischen und vegetabilischen Körpern durch die Wärme und den Wind

*) Obige Höhe von 10,7 Meilen trägt aber nur etwa den 160 Theil vom Durchmesser der Erde aus, und daher ist der den Erdball umgebende Luftkreis nur ein äußerst geringer Ueberzug desselben.

lichen Dunstkreis formiren. Dieser enthält hiernach verschiedene fremdartige wäßrigte und brennbare Theile, die durch ihre mannigfaltigen Mischungen und Modificationen viele Veränderungen hervorbringen; und wenn sie durch eine starke Anhäufung aus dem Gleichgewicht mit der Luft kommen, wieder in Regen, Schnee, Hagel ꝛc. herunter fallen, und dem Erdboden durch eine fruchtbare Befeuchtung dasjenige zurückliefern, was anfangs von demselben aufgestiegen war.

238. Unter den Lufterscheinungen ist besonders der **Regenbogen** merkwürdig. Er erscheint gemeiniglich bald nach einem gehabten Regen, wenn die Sonne hinter dem Rücken des Zuschauers in einer dazu erforderlichen Höhe über dem Horizont scheint, und vor ihm die noch regnenden Wolken stehen. Die Farben sind vom Mittelpunct des Bogens an: **violet, purpur, blau, grün, gelb, orange und roth.** Zuweilen zeigt sich über diesem gewöhnlichen Regenbogen noch ein anderer etwas breiterer mit schwächerm Scheine und in einer umgekehrten Farbenordnung.

239. Der Regenbogen entsteht, wenn sich die Sonnenstralen in fallenden Regentropfen brechen und

von denselben unter gewissen beständigen oder gleich großen Winkeln in den Augen des Zuschauers gefärbt zurückgeworfen werden. Wenn dies nach einer doppelten Brechung und einmaligen Zurückwerfung unter einem Winkel von 40° 17′ geschieht, so sehen wir violette, und wenn dieser Winkel 42° 2′ ist, rothe Farben im Regenbogen, zwischen welchen sich die übrigen in der obigen Ordnung zeigen, und hieraus entsteht der innere und vornehmste Bogen, welcher demnach 1° 45′ breit ist. Obgleich die Regentropfen im Fallen beständig einen andern Ort einnehmen, so treten doch immer andere an die vorige Stelle, wo diese Winkel vorkommen.

240. Noch können koncentrisch um diesen innern Regenbogen Tropfen fallen, aus denen die Lichtstralen erst nach einer doppelten Brechung und Zurückwerfung, und also mehr geschwächt, unter Winkeln von 50° 59′ und 54° 7′ ins Auge fallen; erstere bringen rothe und letztere violette Farben, woraus ein Nebenregenbogen von 3° 8′ Breite in verkehrter Farbenordnung entsteht.

241. Wenn man sich vorstellt, daß die gefärbten Stralen unter einem unveränderlichen Winkel um die vom Mittelpunkt des Regenbogens zur Sonne gehende Linie als ihre Axe sich bewegen, so entstehen daraus geometrische Kegel, deren Grundflächen kreisförmig sind: folglich werden sich in allen Regentro-

den zwischen den bemerkten Winkeln eingeschlossenen Räumen sehen, deren Schenkel auf dem Horizont stehen; in allen übrigen Gegenden aber, wo es außerhalb diesen Winkeln regnet, bleiben die Lichtstralen ungefärbt.

242. Nach den verschiedenen Höhen der Sonne über dem Horizont sieht man bald ein größeres, bald ein kleineres Stück vom farbigten Regenbogen. Auf der Erdoberfläche kann nur, wenn die Sonne auf- oder untergeht, und folglich die zum Mittelpunct des Regenbogens gehende Linie mit dem Horizont zusammenfällt, der halbe Umkreis desselben sichtbar seyn. Je höher die Sonne über den Horizont kommt, um ein desto kleineres Stück zeigt sich vom Regenbogen. Steht die Sonne 42° 2′ hoch, so hört die Möglichkeit der Entstehung des innern Regenbogens auf, und ist sie 54° 7′ erhaben, so kann sich auch der äußere niemals zeigen.

243. Je näher der Regen ist, um desto kleiner wird der farbige Bogen; und je weiter, desto größer. Der Regenbogen zeigt sich oft nur da, wo es wirklich innerhalb dem dazu gehörigen Raum regnet, und dessen Farben erscheinen um so viel lebhafter, je dunkler die der hellscheinenden Sonne gegenüber stehende

Regenwolken sind; der Nebenregenbogen wird auch nur unter der letztern Bedingung gesehen. Ein jeder Zuschauer sieht übrigens seinen eigenen Regenbogen, und alle Augenblick einen andern.

244. Zuweilen bilden sich um Sonne und Mond glänzende weiß oder schwach gefärbte Kreise, die einen dunklern Raum einschließen. Ihr Durchmesser geht zuweilen bis auf 90°. Sie werden in den gröbern Dünsten der untern Luft von den starken Brechungen der Lichtstralen formirt, und sind demnach bloß optische Erscheinungen. Einige, wie **Huygen**, leiten ihre Entstehung von Stralenbrechungen in Hagelkörnern her, die einen dichten Schneekern und eine durchsichtige Oberfläche von Wasser oder Eis haben. Sie müssen nicht hoch in der Luft stehen, weil sie leicht vom Winde auseinander gehen; auch an Oertern, die einige Meilen von einander liegen, nicht zugleich gesehen werden. Ein **Hof** um den Mond zeigt sich bey einer dunstigen Luft als ein runder, gewöhnlich weißlicher Schein. Er entsteht aus den stark angehäuften Dünsten der niedern Luft, die zwischen unsern Augen und dem Monde schwimmen, und, von dessen Schein erleuchtet, sichtbar werden. Man sieht auch zuweilen des Nachts einen Regenbogen mit schwächern Farben, dem hellscheinenden Monde gegenüber.

245. Zuweilen erscheinen **Nebensonnen** und **Nebenmonde**; verschiedene Kränze oder Ringe mit

schwachen Farben um Sonne und Mond, welche von andern Bogen berührt werden, und an diesen Stellen zeigen sich gemeiniglich die Sonnen- und Mondbilder mehrentheils in unförmlicher Gestalt, gefärbt und mit Schweifen versehen. Sie verweilen sich bey stiller Luft, welche aber zugleich nicht völlig klar ist, einige Stunden, und rücken mit Sonne und Mond scheinbar am Himmel fort. Der Wind zerstreuet sie bald, und sie werden auch in weit von einander liegenden Oertern nicht zu gleicher Zeit gesehen. Einige erklären ihre Entstehung aus den Stellungen vieler in der Luft alsdann aufrecht schwebenden Eisnadeln, die an ihrem untern Ende einen durch Schmelzen des Eises entstandenen Wassertropf haben, von welchen die Lichtstralen, wie bey den cylindrischen Spiegeln, zurückgeworfen werden.

246. Eine Weile vor dem Auf- und nach dem Untergang der Sonne, fallen ihre Stralen auf unsern Dunstkreis unter sehr schiefen Winkeln, und verursachen durch ihre Brechung und Zurückwerfung den von einem Bogen begränzten, oft prächtig, besonders roth gefärbten Glanz in der Luft, nemlich die **Morgen-** und **Abenddämmerung.** Sie fängt an und hört auf, wenn die Sonne 18° unter dem Horizont steht; nach fig. 10. für den Ort r, wenn die Sonnenstralen Mx die Atmosphäre in x treffen, um welche Zeit bey heitrer Luft alle Sterne sicht-

bar sind, und dauert bey uns im März und October kaum 2 Stunden, sonsten gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ Stunden; von der Mitte des May bis gegen Ende des Julii aber die ganze Nacht, weil die Sonne in dieser Zwischenzeit auch um Mitternacht nicht 18° unter dem Horizont in Norden steht. Sie heißt alsdann die **nächtliche Dämmerung** *).

247. Nicht selten sieht man des Nachts bei heiter gestirntem Himmel ein plötzlich entstehendes Licht in der Luft, welches **Sternschuß, Sternputz** genannt wird; es schießt schnell eine Strecke fort, hat das Ansehen eines fallenden Sterns, und läßt zuweilen auf einen Augenblick einen hellen Stral hinter sich zurück. Zuweilen erscheinen auch dergleichen Lichter als Kugeln mit einem schönen Glanze, und fallen langsamer herunter, bis sie ohne Geräusch verschwinden. Beyde Arten sind brennbare Materien, die sich durch Gährung oder Electricität schnell entzünden, fortschießen, und in den feuchten Gegenden der untern Luft verlöschen. Daß solche über allen Wolken vorgehen müssen, ergiebt sich daraus, weil sie sich niemals bey einem bewölkten Himmel zeigen.

*) Weiter nach den Polen hin nimmt die Dauer der Morgen- und Abenddämmerung ganz außerordentlich zu, weil die Sonne immer schräger und langsamer auf- und untergeht; unter den Polen selbst zeigt sie sich 51 Tage hindurch.

248. **Fliegende Drachen, brennende Balken, Fackeln, Feuerscheine,** und dergleichen **Meteore,** sind von den Sternschüssen oft nur in ihrer Größe und Figur verschieden; es können entweder grobe zähe Dünste seyn, die sich in allerley Gestalten in der untern Luft fortziehen; oder phosphorische Leuchtungen einer höhern Luftregion. **Feuer-** oder **Glanzkugeln,** die zuweilen plötzlich am Firmament des Nachts entstehen, schnell fortfliegen, und mit einem starken Knall zerspringen, sind ganz besondere Erscheinungen, welche sich schwerlich durchaus von entzündeten schweflichten und groben Dünsten unserer niedrigen Atmosphäre herleiten lassen, da manche, nach allen Beobachtungen, eine ansehnliche Höhe in der obern Luft und zuweilen einige tausend Fuß im Durchmesser haben müssen. Einige setzen die Entstehung der außerordentlichsten weit außerhalb unserer Dunstkugel.

249. Noch sind die **Gewitter** und die **Nordlichter** sehr merkwürdige Lufterscheinungen. Daß der Blitz bey den Gewittern bloß eine Wirkung der electrischen Kraft in den Gewitterwolken gegen andere nicht so stark electrisirte Wolken oder irdische Gegenstände sey, ist in den neuern Zeiten durch viele Versuche völlig ausgemacht, und alle zerstörende Eigenschaften der Blitzstralen lassen sich daraus erklären.

250. Das **Nordlicht** *) zeigt sich besonders im Herbst und Frühjahr, und nimmt auch mehrentheils die Nordseite des Himmels mit einiger Abweichung nach Westen ein. Ueber die Entstehung desselben sind viele Muthmaßungen gewagt. Daß sie in den höhern Luftregionen weit über unserer Dunstkugel vorgehen, ist wohl ausgemacht; vielleicht kömmt daselbst die electrische Materie des Aethers zuweilen in eine ausserordentliche Bewegung, und verursacht mit den ihr zunächst angränzenden feinsten Lufttheilchen dergleichen glänzende Erscheinungen. **Mairan** leitet den Nordschein aus Theilen des Zodiacallichtes oder der Sonnenatmosphäre her, die alsdann in unsere Luft übergehen **).

251. Alle Menschen glauben Sonne und Mond am Horizont weit größer zu sehen, als hoch am Himmel; und diejenigen, welche auf den Lauf der Gestirne merken, finden, daß ihre Sterne niedrig am Himmel viel weiter auseinander stehen, und sich folglich auch die Grade der scheinbaren Himmelskugel daselbst vergrößern. Endlich scheint das Firmament die Gestalt eines über unserm Scheitelpunct stark gesenkten Gewölbes zu haben.

*) Man weiß aber auch jetzt, daß es Südlichter um den mittägigen Pol giebt.

**) S. meine Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 6ste Auflage, Seite 525 bis 536.

252. Wenn wir Sonne und Mond im Horizont a fig. 11. haben, stehen sie andern Völkern im Scheitelpunct, und werden von denselben eben so wie von uns für kleiner gehalten. Beyde kommen uns auch im Horizont nicht näher: denn die Linie zum aufgehenden Mond n a ist größer als n c zum Scheitelpunct; das Bild des Mondes im Horizont wirft sich daher, wie es auch die Astronomen durch genaue Messungen finden, um etwas kleiner im Auge ab, als im Zenith. Bey der Sonne ist dies unmerklich. Der Sehewinkel von Sonne und Mond ist daher in allen Ständen fürs bloße Auge als unveränderlich zu betrachten.

253. Unsere Beurtheilung über die wirkliche Größe entlegener Gegenstände richtet sich nicht bloß nach dem Sehewinkel, sondern vornemlich nach der vermeintlichen Entfernung; und wenn zufällige Umstände eine unrichtige Vorstellung davon beybringen, dann macht man sich von der muthmaßlichen Größe des entlegenen Gegenstandes eben so unrichtige Begriffe, und hält solche um so viel größer, als man sie weiter weg zu sehen glaubt. Wir müssen uns wohl von der Entfernung der Sonne und des Mondes im Horizont einen unrichtigen Begrif machen, und solche alsdann viel weiter weg setzen; und dieser falsche Begrif muß sehr natürliche Ursachen haben.

254. Halten wir Sonne, Mond und Sterne am Horizont für weiter, so muß die scheinbare Halbkugel des Himmels als ein flaches Gewölbe, dessen Mittelpunct weit unter unsern Füßen liegt, aussehen. Die Weite zum Horizont übertrift etwa zwey bis dreymal die Weite zum Zenith, und hiernach wird man auch jene Vergrößerungen am Horizont zu sehen glauben.

255. Es sey fig. 11. HPN die scheinbare Halbkugel, HZN aber das eingebildete um das Zenith Z stark gesenkte Gewölbe des Himmels; an der innern Seite ist der **Mond** von 15 zu 15° seiner Höhe verzeichnet, wobey die Gesichtswinkel in O gleich groß bleiben. Glauben wir nun, daß der Mond im Aufsteigen an dem gesenkten Gewölbe des Himmels näher komme, so werden wir ihn in der Höhe von 45° in a zu sehen vermeinen, wobey der Gesichtswinkel mOp mit allen übrigen gleich groß bleibt, der Mond aber uns kleiner vorkommt, weil da die Gesichtslinien näher an einander fallen: und so gehts in den übrigen Stellungen.

256. Hiernach müssen auch die niedrigern Grade weit größer als die höhern erscheinen, und wir folglich die Himmelskörper, wenn sie z. B. 45° hoch stehen, um weit mehr als die Hälfte vom Horizont bis zum Zenith herauf erblicken. Denn bey dieser Höhe in a ist das Stück Ha weit größer als aZ. Sonne und Mond erscheinen bereits in der Höhe von

23° um die Hälfte herauf. Sind die Fixsterne R und S nahe am Horizont, so erscheinen sie am gesenkten Himmelsgewölbe in der Weite r s; kommen beyde dem Zenith nahe, nur unter t u.

257. Einige stellen sich vor, daß wir deswegen Sonne und Mond am Horizont entfernter zu sehen glauben, weil sich zwischen uns und diesen Himmelskörpern verschiedene hinter einander liegende Gegenstände auf der Erdoberfläche zeigen, deren Entfernung zum Theil bekannt ist, und daß hiedurch in der Seele eine Vorstellung von einem großen Abstand dieser Himmelskörper entsteht, welche Beurtheilung gänzlich fehlt, sobald dieselben hoch am Gewölbe des Himmels einsam erscheinen. Wir legen ihnen im Horizont so viel an der Größe bey, als ihre scheinbar grössere Entfernung dieselbe verringern würde, und glauben sie hernach daselbst wirklich größer zu sehen.

258. Nach Hrn. Eulers Meinung halten wir Sonne, Mond ꝛc. deswegen am Horizont für entfernter, weil sich diese Himmelskörper daselbst in einem viel schwächern Lichte darstellen, als wenn sie dem Zenith nahe kommen: und diese Erscheinung wird von allen Menschen auf gleiche Art wahrgenommen. Da die Gegenstände auf der Erde um so viel schwächer erscheinen, je weiter sie von uns stehen, so wenden wir dieses auf die Himmelskörper an, und

glauben dieselben näher bey uns, und folglich kleiner zu sehen, wenn sie an Glanz zunehmen.

259. Die Ursache des gedämpften Lichtes der Himmelskörper am Horizont ist nach der 10ten Figur leicht zu erklären. Ihre Stralen müssen daselbst, theils durch eine weit größere Weite, theils durch die dichteste Luftschichte, zunächst an der Erdoberfläche den Dunstkreis durchfahren, wie der Stral T r, als hoch über dem Horizont, oder gar im Zenith, woselbst der Lichtstral e a r den senkrechten und kürzesten Weg a r zu machen hat, und folglich am wenigsten geschwächt ins Auge fällt.

260. Auch bey irdischen Gegenständen findet sich dieser Irrthum der menschlichen Seele. Alles was in der Luft erhaben ist, halten wir für näher, und daher für kleiner als in der nemlichen Weite vor uns auf der Erde gesehen, z. B. Statüen auf hohen Gebäuden, Thurmknöpfe ꝛc. Auch scheinen die Wolken allemal näher zu seyn, als sie wirklich stehen; denn, wenn die Sonne, nach der gewöhnlichen Redensart, Wasser zieht: so zeigen sich ihre Stralen zwischen den Oefnungen der Wolken in den Dünsten der Luft als helle Striemen, welche aus der Sonne abwärts zu fahren scheinen, da doch dieselben wegen der großen Entfernung der Sonne unter sich parallel gehend auf uns zukommen, und daher in einer ge-

raden entgegengesetzten Richtung, als der Augenschein zeigt, den Erdboden treffen.

261. Daher sehen wir die in der Luft erhabenen Körper eigentlich da, wo ihre Projection oder die Gesichtslinie vom Auge auf das eingebildete, stark gesenkte Luftgewölbe hinfällt. Die beyden Sterne RS fig. 15. sehen wir nach tu, rs, folglich in ganz andern Lagen und Entfernungen. So scheinen die aus der Luft senkrecht herunterfallenden glänzenden Materien bey den Sternschnuppen an dem Gewölbe des Himmels hinzufliegen, weil wir solche indeß in die niedrigen und erweiterten Gegenden desselben hinaussetzen. Daher erscheinen die kreisförmigen Höfe und Kränze um den Mond gemeiniglich länglicht; der längste Durchmesser steht auf dem Horizont senkrecht, und die Breite der farbigten Schenkel der Regenbögen, so wie die Weite zwischen beyden, vergrößert sich nach unten. Die scheinbare Gestalt des Himmels ist eigentlich nicht bogenförmig; die niedrigen Gegenden krümmen sich stärker; nZm kommt daher dieser Gestalt näher als HZN.

262. Wenn auch unser Urtheil über die Entfernung leuchtender Gegenstände noch so vollkommen ist, so werden wir hiebey doch oft getäuscht, sobald entferntere Körper dieser Art vor den nähern vorzüglich glänzend erscheinen. Wir können uns nicht erwehren, überhaupt die hellsten Sterne für die nächsten zu hal-

ten, obgleich, unserer Einbildung nach, alle Sterne an einer Kugelfläche stehen. Wenn bey Bedeckungen der Mond mit seinem dunkeln Rand gegen einen Stern rückt, so hat es das eigentliche Ansehen, als wenn der Stern, seiner anscheinenden größern Nähe wegen, vor dem Mond vorüber gehen werde.

263. Ferner erblicken wir alle glänzende Körper mit bloßen Augen unter einem größeren Sehewinkel, als andere gleich große Gegenstände, indem dabey um das wahre Bild derselben ein von ihrem lebhaften Glanz entstehender Zerstreuungskreis der Stralen statt findet, innerhalb welchem sich noch ein matter Schein ausbreitet. Dies ist ein scheinbares und unvollkommenes Sehen; die Fernröhre sondern diese falschen Stralen ab, und stellen uns das deutliche, nach der wirklichen Größe des Sehewinkels entstehende Bild, vom Gegenstande vergrößert, dar.

264. Die alten Astronomen, welche nur mit blossen Augen die Himmelskörper betrachteten, hielten daher die scheinbaren Durchmesser der Planeten und Fixsterne für viel größer, als die Neuern sie durch Ferngläser finden; wiewohl die Astronomen sich eine Fertigkeit im deutlichern Sehen erwerben, nach welcher sie die Sterne mit bloßen Augen nicht für so groß halten, als diejenigen, welche selten oder niemals die Himmelskörper durch Ferngläser betrachten. Letztere erwarten gewöhnlich den durch seinen Glanz

viel ansehnlicher in die Augen fallenden Planeten dadurch vergrößert zu sehen.

265. Den vollen Mond sehen wir daher mit bloßen Augen größer, als einen jeden dunkeln Körper unter einem gleich großen Sehewinkel. Wenn er in der Nachbarschaft zweyer Sterne steht, deren scheinbare Entfernung von einander bekannt ist: so wird man schon durch die Schätzung, wie viele Monde wohl zwischen beyden Raum hätten, sich hievon überzeugen können. Herr **Jurin** setzt diese Vergrößerung auf 4 Minuten. Beym zu- oder abnehmenden erleuchteten Mond scheint die helle Sichel einer größern Scheibe als dem zugleich sichtbaren dunklen Theil des Mondes zuzugehören; und eben so sieht bey Sonnen- und Mondfinsternissen der noch helle Theil größer aus, als sich durch wirkliche Ausmessungen findet.

266. Der scheinbare Durchmesser der Planeten wird mit bloßen Augen in einem viel stärkern Verhältniß, als der Durchmesser des Mondes, vergrössert. Herr **Jurin** findet, daß **Jupiter**, wegen seines Zerstreuungskreises, über siebenmal, **Mars** gar neun und dreyßigmal, und **Venus** zwölfmal größer in die Augen fällt. Wegen dieses undeutlichen Sehens erscheinen auch Venus und Merkur alsdann, wenn sie sichelähnlich erleuchtet sind, rund.

267. Die Fixsterne werden auch bey schon ansehnlichen Vergrößerungen der Fernröhre um nichts größer

gesehen, ja im Gegentheil wegen der Absonderung der falschen Stralen kleiner. Sie bleiben Puncte, und ohne merkliche Durchmesser *). Nur ihre Zwischenräume werden erweitert, und es zeigen sich eine sehr große Menge in Gegenden, wo das bloße Auge keine sieht. Man weiß, daß Fixsterne erster Größe keine Secunde im scheinbaren Durchmesser haben **); und nun bestimmt Herr **Jurin** den mit bloßen Augen erscheinenden Durchmesser eines der hellsten Fixsterne auf 4 Minuten, oder 240 mal größer.

268. Von den unmerklichen Durchmessern und gleichwohl starkem Glanze der Fixsterne, entsteht, vermittelst der Beschaffenheit unsers Dunstkreises, das **Funkeln** derselben. Die Lichtstralen der Sterne werden in der Luft und den in dieselbe aufgestiegenen Dünsten der Erde gebrochen, und leiden, weil diese sich beständig zwischen unsern Augen und den Sternen bewegen, augenblicklich andere Brechungen, dergestalt, daß dadurch die Sterne selbst als in einer beständig zitternden Bewegung erscheinen. Die Pla-

*) Herr Herschel beobachtet bey 2000 und mehrmaligen Vergrößerungen in seinen Teleskopen die größten Fixsterne als kleine Scheiben.

**) Herr Herschel setzt den scheinbaren Durchmesser des hellen Sterns in der Leyer nur auf $\frac{1}{2}$ Secunde.

neten zeigen schon, ihres zu merklichen Durchmessers wegen, kein so zitterndes Licht als die Fixsterne, obgleich einige sehr lebhaft glänzen.

Sechster Abschnitt.

Von der Einrichtung des Sonnensystems, Erklärung der Erscheinungen am Himmel aus derselben, Vorstellung der Umlaufszeiten der Planeten, Gestalt, verhältnißmäßigen Größe, Lage ꝛc. ihrer Bahnen, Theorie ihres Laufs und Berechnung desselben.

269.

Zu unserm **Sonnensystem** gehört die **Sonne** mit den bis jetzt bekannten **sieben Haupt-** und **vierzehn Nebenplaneten** (Monden), und den in unbestimmter ansehnlichern Anzahl vorhandenen **Kometen**. Dergestalt sind die **Fixsterne** davon gänzlich ausgeschlossen, obgleich die Alten selbige mit dazu rechneten. Was Sonne und Erde gegen einander oder gegen die übrigen Planeten für eine Stellung

haben; wie die Bahnen der letztern unter sich liegen, und wie sich diese Körper bewegen ꝛc., darüber haben schon die ältesten Sternkundigen manche, obschon unter sich sehr verschiedene Muthmaßungen gewagt, und solche aus dem sinnlichen Anblick ihres Laufes hergeleitet. Wir sind aber erst in den neuern Zeiten zu einer richtigen Erklärung des Sonnensystems gelangt.

270. Unter den Alten wurde vornemlich die Meinung des **Claudius Ptolemeus** allgemein angenommen, aber auch das System der alten Aegyptier fand Beyfall. Beyde sind aber, obgleich erst nach 1400 Jahren, als unrichtig erklärt, da vor 250 Jahren **Copernicus** die wahre Verfassung des Sonnensystems vortrug und außer allen Zweifel setzte; indeß noch nach etlichen 30 Jahren **Tycho** ein neues System einzuführen sich bemühte.

271. Die Alten machten sich von den Größen und Entfernungen der Sonne und Planeten viel zu geringe Vorstellungen, und hingen zu sehr an Scheinbewegungen: daher denn ihre Erklärung des wahren Weltbaues mangelhaft ausfiel. **Pythagoras, Plato, Aristoteles, Archimedes, Hypparchus, Ptolemeus**, und andere, stellten sich die Erde im Mittelpunct der ganzen Schöpfung als unbeweglich vor, wie es das Ansehen hat, um welche der **Mond**, die **Sonne**, alle **Planeten**, und das ganze zahllose Heer der übrigen Himmelskörper in

24 Stunden von Osten gegen Westen ihre Kreise beschreiben mußten. Dieser Weltbau hat nichts zum Beweise für sich als den Schein, und es braucht in unsern Zeiten wenige Kenntnisse und Gründe, seine Unrichtigkeit völlig einzusehen.

272. **Copernicus** machte sein System im Jahre 1543 bekannt. Nemlich: daß, statt eines unglaublichen und seiner Schnelligkeit wegen fast unmöglichen 24 stündlichen Umschwungs der Himmelskugel mit allen Weltkörpern, bloß die **Erde** sich in eben der Zeit nach einer entgegengesetzten Richtung einmal um ihre Axe dreht, woraus dann jene scheinbare Bewegung des ganzen Firmaments entstehen muß. Ferner bewies er: daß nicht die Erde, sondern die **Sonne**, der Mittelpunct des kreisförmigen Umlaufs aller Planeten sey, woraus sich ihre jedesmaligen Stellungen und oft unordentlich erscheinenden Bewegungen am Himmel sehr richtig daraus erklären lassen; daß die Erde, selbst im Sonnensystem, gemeinschaftlich mit den übrigen Planeten fortrückt.

273. Nach diesem richtigen System, auf welchem sich die ganze neuere Astronomie gründet, steht, wie die 16te Figur nur allgemein und ohne das gehörige Verhältniß der Entfernungen zeigt, die alles erleuchtende **Sonne** in der Mitte der sieben nunmehr bekannten Planetenbahnen unbeweglich, außer daß sie sich, wie neuere Beobachtungen gelehrt haben, in

27 Tagen einmal um ihre Axe wälzt. Der nächste Planet bey der Sonne ist **Merkur**, welcher seine kleine Bahn am geschwindesten zurücklegt. Hierauf folgt in einer größern Entfernung die **Venus**; dann die **Erde**, von dem Mond als ihrem Trabanten begleitet; ferner **Mars**; hierauf **Jupiter** von vier; **Saturn** von sieben; und endlich **Uranus** von zwey Monden begleitet. Diese sieben Planeten laufen insgesammt von Westen gegen Osten mit einer sehr verschiedenen Geschwindigkeit um die Sonne. In einer viel tausendmal größern Entfernung als die weite Bahn des Urans, befinden sich die Fixsterne, die daher keinesweges zum Sonnensystem gehören. Die Erde dreht sich mit der Atmosphäre in 24 Stunden von Westen gegen Osten um ihre Axe: und daraus entsteht die scheinbare tägliche Umwälzung der Himmelskugel von Osten gegen Westen, und zugleich Tag und Nacht. Sie läuft ferner in einem Jahr um die Sonne, und ihre Axe bleibt inzwischen beständig gegen einerley Himmelsgegend gerichtet: daraus folgt die erscheinende jährliche Bewegung der Sonne in der Ecliptik, die wohlthätige Abwechselung der Jahreszeiten, und größtentheils der unordentlich erscheinende Lauf der Planeten. Der Mond läuft um die Erde in 27 Tagen, und mit ihr zugleich um die Sonne, eben so wie Jupiter, Saturn und Uran von ihren Monden begleitet werden.

274. Das **Tychonische** System wurde um das Jahr 1577 bekannt; es sollte die Widersprüche heben, welche der Copernicanische Weltbau noch bey vielen, vornemlich in Betreff der Bewegung der Erde, fand. Es stellte also die Erde im Mittelpunct des Fixsternhimmels und der Sonnenbahn in Ruhe, lies den Mond zunächst um dieselbe, und in einer grösern Entfernung die **Sonne**, von allen **Planeten** begleitet, ja das ganze Heer der Fixsterne, in 24 Stunden von Osten gegen Westen laufen, so daß die Planeten wieder nach ihrem verschiedenen Abstande in kürzern oder längern Zeiten um die Sonne sich bewegen. Die Sonne sollte in zwölf Monaten ihre Bahn auch in entgegengesetzter Richtung von Westen gegen Osten, und überdem inzwischen nach Süden und Norden Schraubengänge beschreiben, deren Gränzen die Wendecircul sind, und dadurch die Jahreszeiten machen ꝛc. Allein man darf diesen Voraussetzungen nur einiges Nachdenken widmen, um einzusehen, wie sehr verwickelt hiernach der Lauf der himmlischen Körper ausfällt, und was sie für Ungereimtheiten und Unmöglichkeiten enthalten.

275. Die vollkommene Uebereinstimmung der Lehre des Copernicus von der Einrichtung des Sonnensystems mit allen Erscheinungen desselben, muß schon bey denen, die nicht gegen die Bewegung unserer Erdkugel, worauf sich hiebey alles gründet, im

voraus eingenommen sind, statt aller förmlichen Beweise ihrer Richtigkeit dienen. Unterdessen verdienen einige dagegen gemachte Einwürfe eine kurze Anzeige und Prüfung.

276. **Eine Kugel von der Höhe eines Thurms herunter geworfen, fällt deswegen genau und senkrecht am Fuß desselben nieder,** weil alle Körper, vermöge des längst erhaltenen Eindrucks, auch in der Luft und mit derselben gemeinschaftlich dem Umschwung der Erde folgen; und, zufolge ihrer eigenen Schwere, allemal auf den Punct der Erdoberfläche wieder herabfallen, über welchem sie beym Anfange ihres Falles senkrecht waren. Daher scheinen Wolken bey einer Windstille eine geraume Zeit über einem Ort sich zu verweilen, ob selbige gleich indeß dem schnellen Umschwung der Erde gegen Osten folgen, und die in der Luft willkührlich fliegenden Vögel werden mit der Oberfläche der Erde und der Luft gemeinschaftlich dorthin geführt.

277. Wir wissen ferner aus den Erfahrungen der Erdumsegler zuverlässig: daß die uns gerade entgegen liegende Halbkugel der Erde gleichfalls bewohnbar ist; daß es folglich Gegenfüßler gebe. Diese haben jetzt den nemlichen Stand, als wir nach 12 Stunden. Das eine ist eben so begreiflich als das andere.

278. Die Erde ist kein zur Bewegung ungeschickterer Körper, als irgend einer der Planeten, die

gleichfalls runde, feste, und von der Sonne erleuchtete Kugeln, auch fast alle beträchtlich größer als die Erde sind.

279. **Bey dem jährlichen Umlauf der Erde um die Sonne zeigt sich freilich keine merkliche Verrückung der scheinbaren Lage der Fixsterne gegen einander**; allein wir wissen, daß dies bloß in der ungeheuren Entfernung der Fixsterne seinen Grund hat.

280. Die beständig parallele Lage der Erdaxe ist keine besondere Bewegung, sondern nur eine gleich anfangs angenommene Stellung gegen eine gewisse Gegend des Sonnensystems, die sich nicht verändern kann, weil dazu keine Ursachen vorhanden sind, und die 24 stündliche Umwälzung der Erde sowohl, als ihr jährlicher Lauf um die Sonne, damit in keine Verbindung steht. Ein auf einem Tisch in Bewegung gesetzter Kreisel dreht sich um seine Spitze, wenn man auch gleich den Tisch fortträgt; und eine Magnetnadel zeigt beständig nach Norden, wenn man auch die Büchse, worin sie eingeschlossen ist, in einen Kreis herumführt.

281. Manche wollen die Bewegung der Erdkugel deswegen nicht zugeben, weil sie davon keine Empfindung haben; hingegen alle himmlische Körper ohne Unterlaß fortrücken sehen. Erfahrungen auf segelnSchiffen und in fortrollenden Reisewagen über den

scheinbaren Fortlauf entfernter Gegenstände, zeigen aber, wie uns beym Anblick des Himmelslaufes der Augenschein täuscht. Auch muß, bey der Umwälzung und Fortrückung der Erde, durch ein bey derselben statt findendes vollkommenes Gleichgewicht ihrer Theile gegen einander, die Bewegung völlig unfühlbar werden.

282. Astronomische Beweise, die geradehin auf eine tägliche Axendrehung und jährliche Bewegung der Erdkugel führen, sind: Die Beobachtungen durch Fernröhre, daß sich die **Sonne**, **Jupiter**, **Mars** und **Venus** gleichfalls um ihre Axen drehen; die Verminderung der Schwere gegen den Aequator der Erde, und ihre abgeplattete Gestalt; das Daseyn einer allgemeinen Anziehungskraft der himmlischen Körper, deren Gesetze ohne die Bewegung der Erde nicht bestehen können; die in den neuern Zeiten gemachte Entdeckung einer Abirrung des Lichtes der Fixsterne ꝛc.

283. Endlich ist auch aus biblischen Stellen, die die Sonne als laufend vorstellen, kein gegründeter Einwurf herzunehmen: weil sich ihre Verfasser nie auf eine Erklärung des Sonnensystems einlassen, sondern davon nur zuweilen und nach den allgemeinen Begriffen ihrer Zeitgenossen reden. Wir hingegen sind im Stande, nach häufigern Erfahrungen und Beobachtungen, die unsere astronomische Kenntnisse ungemein erweitert haben, mit Grunde der Wahr-

heit zu behaupten, daß das Copernicanische System das einzige richtige ist, und so gut als ein jeder anderer physischer Gegenstand sich beweisen läßt.

284. Die **tägliche** unbegreiflich schnelle, ja ihrer Natur nach unmögliche gemeinschaftliche **Bewegung aller Himmelskörper** von Osten nach Westen, wird in diesem System auf eine sehr einfache Art durch eine 24 stündliche Umwälzung der Erdkugel um ihre Axe, von Westen nach Osten erklärt: denn indem bey dieser Umdrehung unser Wohnort gegen Osten fortgeführt wird, muß alles Gestirn in der entgegengesetzten Richtung zu laufen scheinen. Der Scheitelpunkt eines Ortes, z. B. Z für r fig. 14., entfernt sich bey der Umwälzung der Erde von einem Stern nach Osten, und so läßt es, als wenn dieser Stern auf eben dem Parallelkreise nach Westen fortrückte.

285. Es sey fig. 17. die Sonne S in dem Mittelpunct der Erdbahn, und diese in 12 Zeichen abgetheilt, in deren jedem sich die Erde einen Monat verweilt. Die Erdkugel bewegt sich nun von a nach b c d um die Sonne, und so muß uns diese nothwendig in der **Ecliptik** nach der entgegengesetzten Richtung am Himmel fortzurücken scheinen. Ist die Erde im ♑, so erscheint die Sonne im ♋; kommt jene in ♒, so rückt diese in ♌, u. s. w.

286. **Der Unterschied der Sternen- und Sonnentage ist eine Folge der täglichen Umwälzung**

der Erde um ihre Axe und ihrer Fortrückung. Die Erde sey heute fig. 18. in a, und die Sonne S erscheine mit dem Fixstern E zugleich im Meridian des Ortes n. Nach einer einmaligen Umwälzung der Erdkugel sey dieselbe bis in c fortgerückt, so ist der Punct n wieder in der mit nE parallel gehenden Linie ne nach dem nemlichen Fixstern E gerichtet *); der Stern steht folglich abermal im Meridian, und damit ist ein scheinbarer Umlauf oder der Sternentag geendiget. Weil aber inzwischen die Erde von a nach c gerückt ist, so erscheint die Sonne von dem Fixstern E gegen Osten nach M, und n muß durch die Umwälzung der Erdkugel noch von n nach o geführt werden, ehe die Sonne für ihn wieder in den Meridian kommt, und folglich der wahre Sonnentag verflossen ist. Die Erde rückt täglich von a nach c um etwa 1°, demnach die Sonne um eben so viel von E nach M: und daher der Unterschied von 4 Minuten zwischen dem Sternen- und Sonnentag **).

*) Linien aus verschiedenen Puncten der Erdbahn, mit der nach einem Fixstern oder einem gewissen Grad des Thierkreises gehenden Linie parallel gezogen, sind der unermeßlichen Entfernung der Fixsterne wegen, als einen und denselben Stern oder Punct treffend, anzunehmen.

**) Hiernach dreht sich die Erde in 365 Sonnentagen 366 mal um ihre Axe.

287. Diejenigen Fixsterne, welche, von dem jedesmaligen Ort der Erde aus betrachtet, hinter der Sonne stehen, sind bey Tage am Himmel, und nicht sichtbar; die sich an der Ostseite der Sonne zeigen, erscheinen des Abends am westlichen, und die an der Westseite derselben stehen, des Morgens am östlichen Himmel; endlich die hinterhalb der Sonne gerade gegenüber anzutreffen sind, kommen um die Mitte der Nacht in Süden, und sind die ganze Nacht sichtbar *). Es sey z. B. fig. 17. nach T hinaus in einer gegen den Durchmesser der Erdbahn a c unermeßlichen Entfernung ein Fixstern. Ist die Erde in a, so steht die Sonne mit diesem Stern an einem Ort des Himmels; er ist folglich unsichtbar. Kommt die Erde in ♎, die Sonne in ♋, so fängt der Stern an, sich rechter Hand bey der Sonne, demnach in der Morgendämmerung, zu zeigen. Je weiter die Erde im ♒ bis ♓ fortrückt, je mehr scheint sich die Sonne von diesem Stern nach Osten hin zu entfernen; er geht daher des Morgens immer früher vor der Sonne auf. In b geht die mit S T parallel laufende Linie b t nach ihm; und da der Winkel S b t = 90° ist, so ist er des Morgens ohngefähr um 6 Uhr im Meridian. Kommt die Erde in c, so steht die Sonne im ♐, dem Stern gerade gegenüber, und er muß um Mitter-

*) Ausgenommen Fixsterne, die bey uns beständig sichtbar oder unsichtbar sind.

nacht im Meridian seyn. In d ist der Winkel zwischen den zum Stern und zur Sonne gehenden Linien dt und ds Abends 90°; der Stern erscheint etwa 6 Stund. ostwärts von der Sonne, oder des Abends um 6 Uhr in Süden. Läuft endlich die Erde von d bis a, so scheint sich der Stern nach und nach der Sonne wieder zu nähern, und wird, wenn sie gegen den ♐ kömmt, oder die Sonne gegen ♊ erscheint, in der Abenddämmerung unsichtbar. Da nun die Fixsterne (jährlich bis auf einige Secunden) ihren Ort behalten, und die Erde in einem jeden Monat des Jahrs denselben Lauf hat, so folgt: daß die Zeit der Sichtbar- oder Unsichtbarkeit eines jeden Fixsterns alle Jahr periodisch wiederkehrt.

288. Fig. 19. zeigt die schräge gegen das Auge liegende Erdbahn mit dem Ort der Erdkugel und der Stellung ihrer Axe gegen die Sonne S für den Anfang der vier astronomischen Jahrszeiten; Ns ist die um $66\frac{1}{2}°$ gegen die Ebene ihrer Bahn geneigte und in allen Stellungen sich parallel bleibende Erdaxe; N der Nord- und S der Südpol; ae der Aequator; nm der Krebs- und or der Steinbockswendecircul; di der nordliche und rh der südliche Polarcircul der Erde. Steht die Erde im ♋, so erscheint die Sonne im ♉, und ihre Stralen So fallen auf den Steinbockswendecircul senkrecht; sie scheint diesen Kreis or zu beschreiben, und macht für die nordlichen Länder

den

den Anfang des Winters, und für die südlichen den Anfang des Sommers. In k liegt etwa Deutschland, dessen Zenith aufwärts nach Z geht, und die Sonne erscheint uns um diese Zeit weit vom Zenith nach Süden. Zwischen dem nordlichen Polarcircul di ist alsdann beständig Nacht, und zwischen dem südlichen th beständig Tag: weil jener Raum bey der Umdrehung der Erde in der dunkeln, und dieser in der der Sonne zugewendeten Halbkugel bleibt. Nach 3 Monaten kömmt die Erde in ♎; die Sonne zeigt sich im ♈, ihre Stralen fallen senkrecht auf den Aequator ae, und sie scheint diesen Kreis zu beschreiben. Beyde Pole werden von der Sonne erleuchtet: die Meridiane, wie Nase, werden Erleuchtungskreise; und indem sich die Erde einmal umdrehet, hat sie ihre ganze Oberfläche der Sonne zugewendet: daher überall Tag und Nacht gleich lang ist, und in den nordlichen Ländern der Frühling, in den südlichen der Herbst angeht. Kömmt die Erde in ♑, so sehen wir die Sonne im ♋: und dann ist der Nordpol der Sonne zu, der Südpol aber von derselben abgewendet. Zwischen dem nordlichen Polarcircul id ist beständig Tag, und zwischen dem südlichen hr beständig Nacht. Die Sonnenstralen fallen auf m den Krebswendecircul mn senkrecht; die Sonne scheint diesen Kreis zu beschreiben, und in den nordlichen Ländern geht der Sommer, in den südlichen der Winter an.

Nach Z geht der Scheitelpunct von k, und die Sonne muß alsdann hoch am Himmel erscheinen. In ♈ hat endlich die Erde die nemliche Lage, wie in ♎. Die Sonne erscheint in ♎, und wirft ihre Stralen senkrecht auf den Aequator, so daß die Halbkugel der Erde auf einmal bis zu beyden Polen erleuchtet ist, und Tag und Nacht abermals gleich lang sind. Nun geht bey uns der Herbst, in der südlichen Halbkugel aber der Frühling an.

289. Der Mond ist eine für sich dunkle Kugel, die ihr Licht von der Sonne erhält, und allemal nur zur Hälfte von derselben erleuchtet werden kann. Diese lichte Halbkugel des Mondes aber ist in allen Gegenden seiner Bahn nicht gegen uns, sondern gegen die Sonne gewendet. Es sey fig. 20. a b c d die Mondbahn, in deren Mittelpunct T die Erde, und in S die Sonne ist. Steht der Mond in a zwischen Sonne und Erde, so ist er mit der Sonne an einem Ort des Himmels; wendet seine dunkle Halbkugel völlig gegen uns, und dann ist **Neumond.** Rückt er von da in seiner Bahn gegen die linke Hand, so entfernt er sich für uns von der Sonne gegen Osten; wird nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel sichtbar, und fängt an, uns einen Theil seiner hellen Seite als eine schmale Sichel zu zeigen. Am 4ten Tage nach dem neuen Lichte ist er 45° ostwärts von der Sonne, und seine Lichtsgestalt wird immer breiter.

Am 8ten Tage steht er in b 90° von der Sonne, und kehrt uns genau die Hälfte seiner hellen Seite zu; er scheint an der rechten Seite halb erleuchtet: dann ist das **erste Viertel.** Nachher nimmt das Licht des Mondes noch immer mehr zu. Kommt er endlich am 15ten Tage 180° von der Sonne, oder derselben in Ansehung der Erde gerade gegenüber in c, so scheint er die ganze Nacht, und wendet der Nachtseite der Erde seine erleuchtete Halbkugel völlig zu: es ist **Vollmond.** Von da nimmt er an Lichtsgestalt wieder ab. Sieben Tage nach dem Vollmond steht er in d 270° ostwärts von der Sonne, ist nunmehr an der linken Seite halb erleuchtet: das **letzte Viertel.** Nachher zeigt er sich des Morgens am östlichen Himmel immer sichelähnlicher, je mehr er sich der Sonne nähert, bis er 29 Tage nach dem vorherigen neuen Lichte abermal bey der Sonne erscheint. *).

290. Die Dauer der Wiederkehr des Mondes zur Sonne ist $29\frac{1}{2}$ Tage; von einem Fixstern bis wieder zu dem nemlichen aber $27\frac{1}{3}$ Tage. Jener heißt der **synodische,** und dieser der **periodische Umlauf des Mondes.** Die Erde stehe fig. 20. in T, der Neumond in a: so sehen wir Sonne und Mond beysammen; dies sey z. B. im 6° ♉. Nach $27\frac{1}{3}$ Tage hat der Mond um unsere Erde seine Laufbahn oder 360°,

*) Man muß sich TS etwa 400 mal größer als Ta vorstellen.

und damit seinen periodischen Umlauf am Himmel vollendet, und erscheinet abermal im 6° ♉; die Erde ist aber mittlerweile, vom Monde begleitet, bis in V gerückt. Hier sehen wir den Mond in α auf der mit TS parallel gezogenen Linie V α abermal im 6° ♉. Die Sonne erscheint aber aus V nach VhS. Der Mond muß demnach noch den Bogen αh durchlaufen, bis er wieder mit der Sonne an einem Ort des Himmels gesehen werden kann, und dieser trägt etwa 27° aus, welchen der Mond beyläufig in 2 Tagen zurücklegt, und damit seinen synodischen Umlauf vollendet.

291. **Merkur** kann sich nie über 28, und **Venus** nie über 48° von der Sonne entfernen: weil ihre Bahnen von der Erdbahn eingeschlossen sind. Daher heißen diese der Sonne näher stehenden Planeten: **untere**; hingegen **Mars**, **Jupiter**, **Saturn** und **Uran**: **obere**. Merkur und Venus stehen in Ansehung der Erde zuweilen jenseits, ein andermal diesseits der Sonne; haben in jenem Stande ihre **größte**, in diesem ihre **geringste** Entfernung von der Erde; jene heißt ihre **obere**, und diese ihre **untere** Zusammenkunft mit der Sonne. Dadurch wird ihre zu- und abnehmende scheinbare Größe begreiflich. Mars, Jupiter, Saturn und Uran, stehen einmal mit der Sonne an einem Ort des Himmels (in ☌), wie z. B. beym Mars in n, ein andermal 180° von derselben entfernt (in ☍), oder

in m; im ersten Fall haben sie ihren größten Abstand von der Erde, im zweyten sind sie derselben viel näher: woraus sich gleichfalls ihre veränderliche scheinbare Größe erklären läßt. S. fig. 16.

292. Der den Alten **unerklärbare, ungleiche Gang der Planeten**, ist nach diesem System leicht einzusehen. Wir beobachten den Lauf der Planeten nicht von der Sonne, sondern von der Erde aus, die als ein Planet mit den übrigen gemeinschaftlich, aber geschwinder oder langsamer um die Sonne läuft. Daher gehen die Gesichtslinien von der Erde nach den Planeten bis an die scheinbare Himmelskugel oder die Fixsterne hinaus verlängert, nicht anders als bald mehr bald weniger nach Osten; sie müssen aber auch zuweilen nach Westen hin fallen, so wie nemlich die Erde und ein gewisser Planet entweder nach einer Gegend zugleich, oder nach der entgegengesetzten, oder beyde gerade gegen einander anrücken ꝛc.

293. Es sey fig. 21. in S die Sonne; 1. 2. 3. ꝛc. die Bahn des **Merkurs**, der in 88 Tagen herumkömmt, in 11 Theile getheilt; AC ein Bogen der Erdbahn für 88 Tage auf gleiche Art getheilt; HL ein Bogen der scheinbaren Himmelskugel. Steht die Erde in A und ☿ in m, so ist er hinter der Sonne, und in seiner obern ☌ mit derselben, auch von der Erde am weitesten entfernt. Die Erde rückt von A nach 1. 2. 3. 4., und ☿ inzwischen durch eben so be-

zeichnete Puncte seiner Bahn; kömmt immer weiter hinter der Sonne nach Osten herum, kann also des Abends am westlichen Himmel sichtbar werden, und die Gesichtslinien von der Erde zum ☿ zeigen ein schnelles Fortrücken desselben gegen Osten. In 5 wird diese Bewegung schon langsamer, da ☿ anfängt, sich gerade gegen die Erde zu bewegen. Zwischen 5 und 6 scheint er eine Weile stille zu stehen, indem er ohngefähr seinen grösten Abstand von der Sonne links für uns erreicht, und gerade gegen die Erde rückt. In 6 aber fällt die Gesichtslinie schon rückwärts; in 7 noch mehr: so daß also ☿, indem er in den gegen die Erde liegenden Theil seiner Bahn kömmt, rückwärts nach Westen zu gehen, und sich der Sonne wieder zu nähern scheint. Zwischen 7 und 8 steht, wenn die Erde in B kömmt, ☿ in n gerade zwischen uns und der Sonne in seiner untern ☌, und ist der Erde am nächsten. Sein Zurückgehen nach Westen wird alsdann am stärksten bemerkt. In 8 und 9 scheint er sich noch weiter gegen Westen zu bewegen, und sich von der Sonne zu entfernen, wobey er des Morgens am östlichen Himmel sichtbar werden kann. Etwas über 9 hat er seinen grösten westlichen Abstand von der Sonne für uns erreicht, und hört auf zurückzugehen, indem er sich wieder in gerader Richtung von der Erde entfernt. In 10 und 11 erscheint sein Lauf wieder vorwärts nach Osten.

294. In fig. 22. sey 1. 2. 3. ꝛc. die Erd-, ab ein Theil der Jupitersbahn und n m des Fixsternhimmels. Die Erdbahn ist in 12 Theile eingetheilt, deren jeden die Erde in einem Monat durchläuft. Inzwischen nun, da sie ihren ganzen Umlauf vollendet, rückt Jupiter etwa von o bis 12 in seiner Bahn fort. Steht die Erde in o und 24 gleichfalls in o, so sehen wir ihn in ☌ mit der Sonne, und er ist hinterhalb derselben am weitesten von uns entfernt. Rückt die Erde von o nach 1. 2. 3. und 24 durch eben so bezeichnete Puncte in seiner Bahn, so fallen die Gesichtslinien am Firmament hinaus nach Osten, und 24 scheint (wie er wirklich läuft, nur geschwinder) dahin, und also vorwärts zu gehen. Kommt die Erde gegen ♍, so wird die Bewegung des 24 nach Osten langsamer, und er hört auf, sich dahin zu bewegen, weil die Erde alsdann in gerader Richtung gegen die Jupitersbahn rückt. In 6 fällt schon die Gesichtslinie gegen Westen, und 24 scheint dorthin, also rückwärts zu gehen. Zwischen 6 und 7 kommt die Erde in d, wo der Planet folglich in ☍ oder 180° von der Sonne entfernt ist, und hier ist die Erde zwischen dem Jupiter und der Sonne ersterm am nächsten gekommen; die Gesichtslinien nach ihm fallen am stärksten westwärts: allein zwischen 8 und 9 hört diese Bewegung auf, da die Erde sich wieder gerade vom 24 ab in ihrer Bahn bewegt. In 9 fällt die Gesichts-

linie wieder vorwärts nach Osten, und die Fortrükkung des ♃ dahin wird in 10. 11. und 12. immer merklicher. Steht die Erde in o disseits und ♃ jenseits der Sonne, so kann er von uns nicht gesehen werden. Kommt die Erde in 1. 2., so wird ♃ des Morgens am östlichen Himmel sichtbar; in 3, so steht er des Morgens um 6 Uhr im Meridian. Zwischen 6. und 7. zeigt er sich die ganze Nacht, und kömmt um Mitternacht in Süden. Ist die Erde zwischen 9. und 10., so erreicht ♃ bereits des Abends um 6 Uhr den Meridian. In 11. und 12., so zeigt er sich des Abends am westlichen Himmel; und in 1., so steht er abermals hinter der Sonne.

295. Wenn nach fig 21. und 22. die Erde in A und ☿ in m in der obern ☌ mit der Sonne ist, so wendet er seine erleuchtete Halbkugel völlig gegen uns. Rückt er hinterhalb der Sonne nach Osten herum, so kömmt an der Ostseite ein Theil seiner dunkeln Halbkugel zum Vorschein. In 3. ist dieses schon merklich. In der Gegend um 5., wo ☿ seinen größten Abstand von der Sonne nach Osten erreicht, erscheint er auf der Erde nur halb erleuchtet. In 6. ist seine Lichtfigur sichelförmig, und in n kehrt er zur Zeit seiner untern ☌ mit der Sonne seine dunkle Halbkugel völlig gegen uns. Nachher erhält er für uns wieder Licht. Gegen 9. ist er des Morgens noch sichelähnlich, und weiter hin, da wo er seinen größten westlichen Abstand

von der Sonne erhält, abermal halb erleuchtet. In 11. nimmt seine Lichtsgestalt noch mehr zu, bis er wieder in ☌ hinter der Sonne uns seine helle Seite völlig zeigt. Eben dies gilt bey der Venus. Die obern Planeten kehren in ☌ und ☍ mit der Sonne ihre erleuchtete Halbkugel völlig gegen uns, aber nicht wenn sie 90° von derselben zu stehen scheinen. Beym Jupiter und Saturn ist dieses unmerklich; allein beym Mars nicht. Die Erde sey in 2. fig 22., so zeigt sich ♂ in N in ☌, und in O in ☍ im vollen Lichte. In A aber, wenn er des Abends um 6 Uhr culminirt, kömmt an der Ost- und in M, wenn eben dies des Morgens um 6 Uhr geschieht, an der Westseite ein Theil seiner dunkeln Halbkugel bey uns zu Gesicht. Diese Erscheinungen beweisen, daß die Planeten dunkle Kugeln sind, die ihr Licht, wie die Erde, von der Sonne erhalten *).

296. Die genaue Dauer der (periodischen) Umlaufszeiten der sieben Hauptplaneten um die

*) Ich habe seit einigen Jahren für Liebhaber Modelle vom Sonnensystem veranstaltet; sie bestehen aus einem hölzernen Räderwerk, welches durch eine Kurbel in Bewegung gesetzt wird, und die verhältnißmäßige Entfernung und Geschwindigkeit der Planeten, ihre Stellung und Erscheinung ꝛc. für eine jede Zeit sehr sinnlich darstellt. Ein solches Modell kostet zwey Friedrichsd'or (doch ohne Kasten und Emballage).

Sonne zeigt folgende Tafel (das Jahr zu 365 Tagen 6 St. gerechnet).

	Tropischer Umlauf.				Syderal-Umlauf.			
	J.	T.	St.	M.	S.	J.	T.	St.	M.	S.
Merkur	—	87	23	14	33	—	87	23	15	44
Venus	—	224	16	41	27	—	224	16	49	11
Erde	—	365	5	48	48	—	365	6	9	12
Mars	1	321	16	18	27	1	321	17	30	36
Jupiter	11	312	20	39	2	11	314	20	27	11
Saturn	29	154	13	16	15	29	166	19	51	11
Uranus	83	52	4	—	—	83	150	18	—	—

Die zweite Columne giebt die Wiederkehr der Planeten zu den Aequinoctialpuncten an. Dies ist aber nicht der eigentliche Umlauf: denn da diese Puncte nach Westen zurückweichen, so hat der Planet noch nicht 360° vollendet, wenn er wieder den nemlichen Punct der Länge erreicht. Die dritte hingegen zeigt, innerhalb welcher Zeit jeder Planet genau 360 Grad in Ansehung eines Fixsterns oder seinen eigentlichen Umlauf vollendet.

297.

	100jährige Bewegung, tropische.					mittlere tägliche Bewegung.		
Merkur	415 Uml.	2	Z.	14°	4′	4°	5′	32″
Venus	162	=	6	19	12	1	36	8
Erde	100	=	0	0	46	0	59	8
Mars	53	=	2	1	42	0	31	27
Jupiter	8	=	5	6	17	0	4	59
Saturnus	3	=	4	23	32	0	2	1
Uranus	1	=	2	13	17	0	0	43

Venus z. B. vollendet also in 100 Jahren oder 36525 Tagen 162 mal ihren tropischen Umlauf, und noch überdem 6 Z. 19° 12′; und wenn sie mit gleichförmiger Geschwindigkeit jeden Umlauf in einer Kreisbahn zurücklegte, würde sie, aus der Sonne betrachtet, in 24 Stunden 1 Grad 36 Min. 8 Sec. im Bogen ihrer Bahn beschreiben.

298. Nach diesen periodischen Umlaufszeiten erscheinen die Planeten, aus der Sonne gesehen, wieder in einem gleichen Grad der Länge, oder bey dem nemlichen Fixstern. Die synodischen Umläufe aber sind die Wiederkehr der Planeten zu ihrer Zusammenkunft mit der Sonne, aus der Erde, oder mit der Erde aus der Sonne gesehen: folglich wenn der Planet mit der Sonne oder mit der Erde wieder eine gleiche Länge hat. Ihre Dauer hängt von der zusammengesetzten Bewegung der Erde und der Planeten ab.

	Mittlerer synodischer Umlauf.					
Merkur .			115	Tage	21	Stunden
Venus .	1	Jahr	218	—	16	—
Mars . .	2	—	49	—	22	—
Jupiter .	1	—	33	—	13	—
Saturnus	1	—	12	—	20	—
Uranus .	1	—	4	—	11	—

299. Die wahren Bahnen der sieben Hauptplaneten sind nicht kreisförmig, P a A b fig. 23.

sondern etwas länglicht oder ellipsenähnlich, P d A e gestaltet. Die Sonne liegt außerhalb dem Mittelpunct in dem einen Brennpunct einer jeden Bahn, z. B. in n; P heißt die Sonnennähe (Perihelium); A die Sonnenferne (Aphelium). In d und e haben sie ihre mittlere Entfernung von der Sonne $= \frac{nP + nA}{2} = Pc = cA$; aber nach den Eigenschaften der Ellipse ist nd oder ne $= Pc = \frac{1}{2} PA$. Die Ausweichung der Sonne vom Mittelpunct c, nemlich cn $=$ cm, heißt die **Excentricität**. Je grösser diese, je mehr sind die große und kleine Axe PA und de von einander verschieden, oder um desto länglichter fällt die Bahn aus; cn ist gleich $\frac{1}{2}$ mn, AP ist die **Apsidenlinie**. Eine Linie, wie nP, nd, nA, no, ne, welche die jedesmalige Weite des Planeten von der Sonne anzeigt, heißt der **Radius vector**. Seine Entfernung vom Aphelio gegen Osten, also von A nach ePd, wird die **Anomalie** genannt, wornach sich der eigene ungleiche Gang desselben richtet: denn in der Sonnenferne A bewegt er sich am langsamsten, in der Sonnennähe am geschwindesten *).

*) Die Eigenschaften und Berechnung der Ellipse zeigen die eigentlichen mathematischen Lehrbücher. Ein jeder Kreis stellt sich bey einer schrägen Lage gegen das Auge als eine Ellipse dar.

300.

	Sonnenferne, den 1. Jan. 1793.				Jährliche Bewegung.	24stündliche Bewegung in der Sonnennähe.			in der Sonnenferne.		
	Z.	G.	M.	S.	Sec.	G.	M.	S.	G.	M.	S.
☿	8	14	14	17	57	6	20	41	2	45	21
♀	10	8	30	32	48	1	37	28	1	34	49
☉	9	9	21	48	64	1	1	10	0	57	11
♂	5	2	16	25	66	0	38	4	0	26	12
24	6	11	1	44	57	0	5	31	0	4	33
♄	8	28	56	28	66	0	2	16	0	1	48
♁	11	17	14	39	53	0	0	46	0	0	38

301.

Nach Fig. 23.	Excentricität cn ♁ von ☉ = 10000	Abstand der Planeten von der Sonne, der mittlere Abstand der Erde (♁) = 10000		
		kleinster in P cP — nc	mittlerer in d oder e nd = cP	größter in A cA + cn
Merkur	795	3076	3871	4666
Venus	50	7183	7233	7283
Erde	168	9832	10000	10168
Mars	1418	13819	15237	16655
Jupiter	2501	49527	52028	54529
Saturn.	5364	90043	95407	100771
Uranus	9080	181738	190818	199898

Nach der 4ten Columne sind die **mittleren Abstände der sieben Planeten von der Sonne** in kleinern Zahlen 4, 7, 10, 15, 52, 95 und 191.

302. Die Ebenen der Bahnen der sechs Hauptplaneten neigen sich unter verschiedenen, wiewohl bey den mehresten sehr geringen Winkeln, gegen die Ebene der Erdbahn oder Ecliptik. Es sey fig. 24. S die

Sonne, und PTAV die Erdbahn, beyde in einer gemeinschaftlichen Ebene: so werden, Linien von S unter rechten Winkeln gezogen, o° ♈, ♋, ♎, ♑ in der Ecliptik anzeigen. Allein die übrigen Planeten können nur in den beyden einander gerade entgegen liegenden Puncten, nach welchen die Richtung des gemeinschaftlichen Durchschnittes der Ebenen ihrer Bahnen und der Erdbahn hinausgeht, in der Ecliptik erscheinen, und müssen in allen übrigen entweder nordlich oder südlich von derselben sich zeigen.

303. Es sey fig. 24. Ert die Bahn eines **obern Planeten**, und ☊☋ die gemeinschaftliche Durchschnittslinie ihrer Ebene und der Ebene der Erdbahn, die man die **Knotenlinie** nennt, auf welcher der Planet keine Breite hat. ☊ heißt der **aufsteigende** und ☋ der **niedersteigende Knoten**; die eine Hälfte der Bahn ☊A☋ neigt sich etwas über, und die andere ☋r☊ um eben so viel unter die Ebene des punctirten Kreises ☊fg☋ih, welche mit der Ebene der Erdbahn zusammenfällt. Vom ☊ fängt er an, sich über diese Ebene zu erheben, und erhält einen nordlichen Abstand von der Ecliptik (**Breite**); 90° vom ☊ bey E herum ist solche am größten *). Von E nimmt die nordliche Breite wieder ab; in ☋ geht er abermal durch die Ebene der Ecliptik, und im ☋

*) Die größte Breite der Planeten aus der Sonne ist allemal der Neigung ihrer Bahnen gleich.

erhält er eine südliche Breite, welche 90° davon in r am größten ist.

304.

	Neigung der Bahnen.			Ort des ☊ den 1. Jan. 1793.				Jährliche Bewegung der Knoten.
	G.	M.	S.	Z.	G.	M.	S.	Sec.
Merkur	7	0	0	1	15	51	45	43
Venus	3	23	35	2	14	48	31	31
Mars	1	51	0	1	17	58	42	28
Jupiter	1	19	2	3	8	19	57	36
Saturnus	2	29	55	3	21	52	59	32
Uranus	0	46	16	2	12	49	8	16

305. Die **Anomalie** eines Planeten wird auf verschiedene Art bestimmt. Die **wahre** ist der Winkel A n o, welchen der Radius vector n o und die Apsidenlinie n A im Brennpunct n, worin die Sonne liegt, mit einander machen. Die **excentrische** ist der Winkel A c u am Mittelpunct der Ellipse c zwischen c A und dem Kreishalbmesser c u, der dahin gezogen worden, wo die auf n A senkrecht stehende und durch den wahren Ort des Planeten o geführte Linie r o u verlängert den Umkreis eines Kreises trift, der aus c mit dem Halbmesser der halben großen Axe um die Ellipse beschrieben worden. Die **mittlere** endlich ist der mit der Zeit verhältnißmäßig zunehmende Abstand vom Aphelio. Es sey A x die mittlere Anomalie für den Stand des Planeten in o, und man stelle sich vor, daß die Linie c x um c gleichförmig sich

gewendet, so wird solche nach der Figur schon weiter als n o vom Aphelio weg seyn müssen, weil die wahre Fortrückung des Planeten A o in der Gegend des Apheliums geringer ist als diese vorausgesetzte mittlere Bewegung.

306. Der Unterschied zwischen der wahren und mittlern Anomalie, oder den Winkeln A n o und A c x, heißt die **Gleichung der Bahn.** Es wird nemlich angenommen, der Planet beschreibe in gleichen Zeiten gleich große Bögen auf dem Kreise A, oder gleiche Winkel am Mittelpunct c, oder endlich gleich große Ausschnitte von der Kreisebene: und alles dieses wird durch die mittlere Anomalie oder mittlere Bewegung ausgedrückt. Sie bleibt allemal den Zeiten proportional, so daß der Planet, z. B. während dem 6sten Theil seiner Umlaufszeit, im Bogen und Winkel 60° = dem 6sten Theil der vorausgesetzten Kreisebene durchläuft. Allein **Kepler** hat entdeckt, daß der Planet auch von der Ebene seiner **wahren elliptischen Laufbahn in gleichen Zeiten gleich große Ausschnitte** (Sectores) **beschreibt,** s. den VIII. Abschnitt *): so daß für jeden Ort des Planeten, wie z. B. in o, der elliptische Sector A n o und der

*) Hiernach geben also auch die elliptischen Sectores, die der Planet zurücklegt, eine mittlere Anomalie, da sie den Zeiten proportional bleiben.

der Kreissector A c x deren verschiedene Winkel an n und c die wahre und mittlere Anomalie heißen, gleiche Flächentheile von der Ellipse und dem Kreise ausmachen, und alsdann ist o der **wahre** und x der **mittlere Ort des Planeten.**

307. Der Unterschied zwischen dem wahren und mittlern Ort wird im Aphelio und Perihelio = o, weil da c x mit c A oder c P zusammenfällt: denn die mittlere Bewegung im Kreise führt den Planeten so wie die wahre in seiner Ellipse, in der einen Hälfte der Umlaufszeit von A durch c oder e nach P, und in der andern von P durch a oder d nach A. Vom Aphelio bis Perihelio liegt der mittlere Ort des Planeten weiter gegen Osten als der wahre; vom Perihelio bis Aphelio aber weiter gegen Westen. Die **größte Mittelpunctsgleichung** findet in i und l bey der mittlern Anomalie von III Zeichen + und IX Zeichen — einige Graden statt, wo nemlich der Radius vector n ĩ oder n l die mittlere Proportionallinie zwischen der halben großen und halben kleinen Axe der Ellipse oder c A : n i = n i : c e wird.

308. Da die **mittlere Anomalie** auch durch den elliptischen Sector A n o ausgedruckt werden kann, weil, wenn derselbe z. B. den 6sten Theil vom Flächenraum der ganzen Ellipse austrägt, der Winkel A n o die **wahre Anomalie**, oder der elliptische Bogen A o in dem 6sten Theil der Umlaufszeit

von dem Planeten zurückgelegt wird: so kömmt es darauf an, für diesen 6sten Theil oder 60° mittlerer Anomalie den Winkel A n o oder die wahre Anomalie zu finden; und der Unterschied zwischen beyden giebt die Mittelpunctsgleichung, oder wie viel man zum mittlern Ort (Länge) addiren, oder davon subtrahiren muß, um die wahre Länge des Planeten zu erhalten. Man kann aber die mittlere Anomalie für eine jede Zeit aus dem Ort des Apheliums und der Dauer der Umlaufszeit leicht finden. Die wahre hingegen ergiebt sich aus der Beobachtung, wie weit der Planet, aus der Sonne betrachtet, von seinem Aphelio entfernt ist. Die Auflösung der Aufgabe: aus der **mittlern** die **wahre Anomalie** und umgekehrt, imgleichen die **größte Mittelpunctsgleichung** und den **Radius vector** zu finden. S. Erläuterung §. 422. u. f. *).

309. Fig. 24. stellt beyläufig die verhältnißmäßige Größe und die Lage der **Erd-** und **Marsbahn** vor; S m ist für die Mars- und S c für die Erdbahn die Excentricität, so daß aus m und c mit den Halbmessern der mittleren Entfernungen (§. 301.) die Bahnen dieser beyden Planeten kreisförmig beschrieben worden, weil ihre ellipsenähnliche Gestalt in dieser kleinen Figur nicht merklich wird; P ist die Son-

*) Größte Mittelpunctsgleichung hat beyläufig ☿ 24°, ♀ $\frac{3}{4}$°, ♁ 2°, ♂ 11°, ♃ $5\frac{1}{2}$°, ♄ $6\frac{1}{2}$°, ☉ $5\frac{1}{2}$°.

nennähe, und A die Sonnenferne. Mars stehe nun in E und die Erde in T, so ist für den Mars tzE oder der Winkel ESt seine Entfernung vom Widderpunct, oder die Länge in seiner Bahn aus der Sonne gesehen, welche die heliocentrische genannt wird. Wird von E, Ea senkrecht auf die erweiterte Ebene der Erdbahn oder Ecliptik heruntergefällt, und aS gezogen, so ist aSt die heliocentrische Länge in der Ecliptik, und ESa die heliocentrische Breite. Ferner zeigt Ta den auf die Ecliptik reducirten geocentrischen oder aus der Erde gesehenen Ort des Jupiters an, mit welcher eine andere Sf parallel gezogen wird, die alsdann zu dem nemlichen Grad der Länge als Ta führt (§. 286.): also ist der Bogen ♈ hf oder der Winkel ♈ Sf die geocentrische Länge, und ETa die geocentrische Breite des Mars. Er hat in E zwischen ♌ und ♍ eine nordliche Breite, und ist seiner Sonnenferne A nahe.

310. Ferner ist die heliocentrische auf die Ecliptik reducirte Länge des Mars um den Winkel TaS = aSf größer als die geocentrische, oder der Planet erscheint, von der Erde aus gesehen, um so viel weiter gegen Westen. Die heliocentrische Breite muß ein wenig kleiner als die geocentrische seyn, weil die Erde dem Mars hier etwas näher als dieser der Sonne steht. Der Unterschied der heliocentrischen und geocentrischen Länge, oder der Winkel am Planeten TES,

um welche sich dort die Erde von der Sonne entfernt zeigt, heißt die **Parallaxe der Erdbahn.** Er ist bey den **obern** Planeten am größten, wenn die Linien aus der Sonne und den Planeten an der Erde einen rechten Winkel machen; bey den **untern** hingegen, wenn der Planet in der untern ☌ mit der Sonne ist (s. fig. 22. und 21.) Steht aber Venus oder Merkur in R (fig. 21.), daß der Winkel an ihnen BRS ein rechter ist, so haben beyde ihre größte Ausweichung von der Sonne, von der Erde aus gesehen, erreicht.

311. Wenn ein **oberer** Planet in ☌ hinterhalb der Sonne steht, so fällt seine heliocentrische und geocentrische Länge zusammen; seine geocentrische Breite erscheint uns kleiner, als die heliocentrische. Wenn er von der Sonne westwärts wegrückt, wird seine geocentrische Länge immer größer, als die heliocentrische; 90° von der Sonne, da er um 6 Uhr Morgens den Meridian erreicht, ist dieser Unterschied am größten, und nimmt nachher wieder ab. Er kömmt nach einiger Zeit zum Stillstande, und wird rückgängig. Steht er in ☍, oder die Erde zwischen ihm und der Sonne, so ist der Unterschied zwischen seiner heliocentrischen und geocentrischen Länge abermal o. Die geocentrische Breite aber erscheint größer, als die heliocentrische. Nachher kömmt er zum zweitenmal an der Ostseite der Sonne zum Stillstande. Seine geo-

centrische Länge wird immer geringer, als die helio-centrische, bis er 90° von der Sonne ostwärts erscheint, und des Abends um 6 Uhr in Süden steht, wo der Unterschied zwischen beyden Längen abermal am größten ist; hierauf nähert er sich wieder der Sonne, und jener Unterschied nimmt wieder nach und nach ab.

312. Wenn ein **unterer** Planet in seiner obern ☌ hinterhalb der Sonne ist, so ist seine geocentrische Länge der heliocentrischen gleich; seine geocentrische Breite aber erscheint kleiner. Kommt er hinterhalb der Sonne ostwärts und am Abendhimmel zum Vorschein, so fällt seine geocentrische Länge nach und nach immer weiter nach Westen als seine heliocentrische. Wenn er seine größte Ausweichung von der Sonne ostwärts erreicht, so ist der Unterschied zwischen beyden Längen am größten; er kömmt nachher, indem er sich wieder der Sonne nähert, zum erstenmal zum Stillstand, wird rückgängig, und tritt bald darauf in die untere ☌ mit der Sonne, wo seine geocentrische und heliocentrische Länge um 180° unterschieden sind; die geocentrische Breite erscheint bey der ♀ grösser, bey ☿ kleiner als die heliocentrische. Er rückt nun von der Sonne westwärts ab, und erscheint in den Morgenstunden am östlichen Himmel; seine geocentrische Länge fällt immer mehr östlicher als die heliocentrische; er kömmt zum zweitenmal zum Still-

stande *), und nachher zu seiner grösten westlichen Ausweichung von der Sonne, wo jener Unterschied der Längen am grösten ist. Von da nähert er sich wieder der Sonne, und beyde Längen treffen nach und nach wieder zusammen.

313. Wenn ein Planet gerade in seiner Knotenlinie steht, so ist er auch, von der Erde aus betrachtet, in der Ecliptik, und hat keine Breite, ob er sich gleich um den Bogen der Parallaxe der Erdbahn, der alsdann bey ihm statt findet, vom wahren Ort seines Knoten entfernt zeigt. Je näher ein Planet heliocentrisch dem 90sten Grad des Abstandes ost- oder westwärts vom ☊ oder ☋ ist, und je näher er zugleich der Erde ist, um desto grösser erscheint seine geocentrische Breite. Die grösste geocentrische Breite des ☿ ist 4° 30′, der ♀ 8° 44′, des ♂ 6° 51′, des ♃ 1° 41′, des ♄ 2° 48′, und des ♁ 0° 49′.

314. Der Winkel an der Sonne EST heißt der **Commutations**- und der an der Erde ETS der **Elongations**- oder **Entfernungswinkel**; jener zeigt den Unterschied der heliocentrischen Länge des Mars und der Erde, und dieser den Unterschied der geocentrischen Länge des Mars und der Sonne an. Durch das Perpendicul Ea wird das Dreyeck ETS auf das in der Ebene der Ecliptik liegende aTS reducirt.

*) Im Mittel geht ☿ 17, ♀ 42, ♂ 70, ♃ 119, ♄ 136, und ♁ 151 Tage zurück.

Nun läßt sich aus den Tafeln vom **Lauf der Planeten** *) für eine jede Zeit ihre **heliocentrische Länge und Breite**, so wie ihr Abstand von der Sonne, imgleichen der heliocentrische Ort der Erde und ihr Abstand von der Sonne berechnen.

315. Verlangt man aber z. B. die **geocentrische Länge und Breite des Mars**, so muß das, zufolge der Tafeln, sich formirende geradlinigte Dreyeck TSE, oder eigentlich TSa, aufgelößt werden. Der Winkel an der Sonne aST und die Seiten Sa und ST, demnach zwey Seiten mit dem zwischen beyden liegenden Winkel aST, sind bekannt. Hieraus wird der Elongationswinkel STa leicht gefunden, nemlich: $(Sa + Ta) : (Sa - Ta) = \text{Tang.} \frac{1}{2}(STa + TaS) : \text{Tang.} \frac{1}{2}(STa - TaS)$. aST ist bekannt, daher auch die Summe der beyden übrigen Winkeln $= 180° - aST$; wird also die halbe Differenz zur halben Summe addirt, da der Winkel an T der größte ist, so kömmt der Winkel an der Erde STa, und dieser in der gegenwärtigen Stel-

*) Die bisherigen Halleyschen Tafeln vom Saturn und Jupiter hat Herr de Lambre, und die vom Mars, Venus und Merkur Herr la Lande verbessert. Meine Uranustafeln stehen im astronom. Jahrbuch für 1787. Herr Wurm hat des Herrn de Lambre Tafeln für diesen Planeten herausgegeben. Die neuesten Sonnentafeln sind von Hrn. v. Zach in Gotha.

lung des Mars gegen Osten, zur Länge der Sonne addirt, giebt dessen geocentrische Länge; ferner Sin. a S T : Sin. a T S = Tang. E S a : Tang. E T a, die geocentrische Breite. Wenn man sich den Triangel, welchen Sonne, Erde und Planet bilden, für jeden vorkommenden Fall aus der bekannten heliocentrischen Länge der beyden letztern entwirft, so ergiebt sich sogleich, auf welcher Seite der Sonne wir den Planeten sehen.

316. Die Parallaxe der Erdbahn ist die Ungleichheit, welche die Fortrückung der Erde im Sonnensystem in den scheinbaren Bewegungen der Planeten hervorbringt, und sie muß um so viel größer seyn, je näher uns der Planet ist. Hiernach versuchte schon **Copernicus** die verhältnißmäßigen Entfernungen der Planeten von der Sonne aus der beobachteten Parallaxe der Erdbahn herzuleiten. Wenn nemlich ein oberer Planet mit der Sonne im ☌ steht, so fällt sein heliocentrischer und geocentrischer Ort zusammen. Beobachtet man nun einige Zeit nachher, da dieser Planet gerade um 90° von der Sonne ostwärts erscheint, also nach fig. 22. die Erde in 2 und der Planet in A steht, den geocentrischen Ort desselben, so hat man S 2 A = 90°. Nun läßt sich für die seit der ☌ verflossene Zeitdauer aus den Tafeln berechnen, wo der Planet sich zur Zeit der letzten Beobachtung heliocentrisch zeigt; der Unterschied zwischen diesem helio-

centrischen und dem beobachteten geocentrischen Ort bestimmt den Winkel am Planeten 2AS, und in diesem Fall die größte Parallaxe der Erdbahn, woraus sich das Verhältniß von 2S und SA berechnen läßt.

317. Nach den oben angegebenen Bestimmungen der Oerter der **Sonnenferne**, **Excentricität**, **mittlern Weite** von der Sonne, **Knoten** und **Neigung der Planetenbahnen**, lassen sich selbige nach einem angenommenen Maaßstabe, nach ihrer verhältnißmäßigen Größe und Lage mit Zirkel und Lineal richtig entwerfen, und damit kann man, wenn der jedesmalige heliocentrische Ort eines Planeten und der Erde gehörig eingetragen wird, alle bisher angezeigte Erscheinungen und Stellungen der Planeten deutlich sich vorstellen. S. meine **Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels**, 6ste Auflage, Seite 117—122, und Seite 438—453.

Siebenter Abschnitt.

Ueber die Beschaffenheit der Sonne, ihre Flecken ꝛc., Stärke und Geschwindigkeit ihres Lichts; Beschreibung der Planeten und ihrer Merkwürdigkeiten; von den Nebenplaneten oder Monden, Lauf und Erscheinung derselben; Gründe zur Berechnung und Bestimmung der wahren Entfernung und Größe der Sonne und Planeten.

318.

Auf der Sonne zeigen sich auch schon durch mittelmäßige Fernröhre die mehreste Zeit **einzelne dunkle Flecke**, zuweilen in mehrerer Anzahl und in veränderlichen Gestalten. Die größern sind gewöhnlich mit einem Nebel oder blassern Schatten umgeben; sie entstehen und verschwinden auch mitten auf der Sonne; bewegen sich gemeinschaftlich innerhalb einem gewissen Streifen vom östlichen Sonnenrande bis zum westlichen in etwa $13\frac{1}{2}$ Tagen, und gegen die Ränder hin langsamer. Einige kommen nach $13\frac{1}{2}$ Tagen wieder am

östlichen Rande zum Vorschein. Mitten auf der Sonne erscheinen sie größer. Auch lassen sich zuweilen, vornemlich in der Nachbarschaft der Sonnenränder, gewisse mit einem andern Lichte als der übrige Sonnenkörper versehene Stellen bemerken, welche Sonnenfackeln genannt werden. Die ansehnlichsten dunkeln Flecken pflegen eine Minute groß zu seyn *).

319. Aus den Beobachtungen der Sonnenflecken hat man gefolgert, daß die Sonne eine Kugel sey, sich um ihre Axe wälze, und daß diese Flecken sich auf ihrer Oberfläche selbst aufhalten. Wäre nach fig. 25. a m e die Sonne, und h s l die Region ihrer Flecken: so würde bey der Umdrehung der Sonne, von der Erde T oder V aus betrachtet, nur h k oder s r der Bogen ihrer Sichtbarkeit auf der diesseitigen Halbkugel seyn. Bey der Umdrehung der Sonnenkugel müssen ferner die Sonnenflecken sich nach dem Sinus des zurückgelegten Bogens der Sonnenoberfläche, also gegen die Ränder hin, immer langsamer zu bewegen scheinen; und weil sie, der Convexität der Sonnenkugel folgend, dort sehr schräge gegen den Beobachter stehen, sich schmäler zeigen.

320. Es sey fig. 25. C die Sonne und T die Erde; ein Sonnenfleck mitten auf der Sonne in m, da a b der in T sichtbare Durchmesser der Sonne ist.

*) S. Hrn. Schröters Beobachtungen über die Sonnenfackeln und Sonnenflecken ꝛc. 4. Erfurt 1789.

Nachdem sich die Sonnenkugel nach a d m b einmal umwälzt, ist die Erde inzwischen bis V gerückt, und nun ist n mitten auf der Sonne, oder d e ihr sichtbarer Durchmesser. Sie muß sich also noch um m n weiter herumwälzen, ehe m wieder in die Mitte kommt. Hieraus folgt, daß, obgleich die Sonnenkugel in 25 Tagen 14 Stunden 8 Minuten sich von Westen gegen Osten um ihre Axe wälzt, sie dennoch den Erdbewohnern erst nach 27 Tagen 12 Stunden 20 Minuten wieder dieselbe Seite zuwende.

321. Hätte die Sonnenaxe eine senkrechte Stellung auf der Ebene der Ecliptik, so würde der Sonnenäquator a d m n e in dieser Ebene der Erdbahn liegen, und folglich müßten die mit ihm bey der Umwälzung der Sonne parallel fortrückenden Flecken gleichfalls allemal in geraden Linien auf der Sonne sich bewegen. So aber lehren Beobachtungen, daß dies nur zweymal im Jahr geschieht, nemlich am Ende des Novembers und Mays; sonst beschreiben sie schmale Ellipsen, welche vom December bis May nordwärts, in den übrigen 6 Monaten aber südwärts vom Mittelpunct der Sonne liegen. Hieraus hat man gefunden, daß der Sonnenäquator sich mit der Erdbahn $7\frac{1}{2}$ Grad, folglich die Sonnenaxe $82\frac{1}{2}$ Grad, neige; daß ihr Nordpol beständig gegen den 8° ♓ und $82\frac{1}{2}$ nordlicher, der Südpol aber gegen den 8° ♍ und $82\frac{1}{2}$° südlicher Breite gerichtet sey.

322. Die Sonne hat eine schwach schimmernde Atmosphäre, das Zodiacallicht genannt, die sich, so weit wir sie bemerken können, noch bis jenseits der Marsbahn erstreckt, eine bey den Polen der Sonne sehr abgeplattete Gestalt hat, und zuweilen einige Stunden am westlichen oder östlichen Himmel als ein der Milchstraße gleichender pyramidalförmig gestalteter Lichtschimmer zu Gesicht kömmt. Am besten zeigt es sich im Februar und März in den Abendstunden am westlichen, und im October in den Frühstunden am östlichen Himmel. Die Länge desselben, von der Sonne an gerechnet, ist zuweilen 100, und ein andermal kaum 50 Grad; die Breite am Horizont zwischen 8 bis 30 Grad.

323. Der ältesten Meinung zufolge, daß die Sonne ein wirklich brennender Körper sey, erklärte man ihre Flecke als Rauch- und Dampfwolken, oder als große Klumpen ausgebrannter Materien, die wechselsweise über das Feuermeer der Sonne zum Theil hervorragen und wieder einsinken. Allein diese Hypothesen haben vieles wider sich. Daß die Sonne ein Feuer sey, beweist man gewöhnlich aus ihrem Lichte und ihrer Wärme. Allein, zufolge der neuern Entdeckungen der mächtigen und schnellen Wirkungen der Electricität, imgleichen der chemischen Verbindung des Lichtstoffs mit der Feuermaterie, kann man sich die Sonne mit weit mehr Wahrscheinlichkeit als

eine feuerlose Kugel vorstellen, die bey ihrem schnellen Umschwung aus dem Himmelsraum die Lichtmaterie absondert und an sich zieht, welche sich dann auf eine oder die andere Art durch das ganze Sonnengebiet wirksam zeigt und fortgepflanzt wird. Die Erwärmung der irdischen Körper durch das Sonnenlicht ist dann eine chemische Wirkung der Materie ihrer Stralen auf den in den untern Regionen unserer Atmosphäre und den Theilen der Erdoberfläche überall vorhandenen Feuerstoffen. Die Größe dieser Wirkung richtet sich aber nur zum Theil nach den verschiedenen Einfallswinkeln, unter welchen die Sonnenstralen eine Gegend treffen; denn das Meiste hängt hiebey von lokalen Umständen und von dem größern oder geringern Vorrath jener Stoffe ab. Bis zu den höchsten Bergen steigen diese Feuertheile nicht, und deswegen herrscht auf ihren Gipfeln ein beständiger Winter. Daß die Lichtstralen im Brennpunct eines Brennglases zünden, ist ihrer bey dieser Zusammenpressung heftig vermehrten Wirkung zuzuschreiben.

324. Diesen Erfahrungen und Gründen gemäß, stelle ich mir die Sonne überhaupt als eine ursprünglich **dunkle planetische Kugel** vor, auf deren Oberfläche Länder und Meere seyn können, und die in die Lichtmaterie auf eine ähnliche Art, wie unsere Erde in ihre Atmosphäre, eingehüllt ist. Die Son-

nenflecken als bloß kleine, zuweilen von der Lichtmaterie entblößte Stellen der Sonnenländer oder Meere, werfen uns nur ein vom Glanz des Lichtstoffs geborgtes, auch größtentheils, wenn es etwa Meere sind, verschlucktes Licht zu; oder es kann sich an diesen Oertern eine völlig nächtliche Dunkelheit ausbreiten, wenn die Lichtwolken der Sonne gänzlich unter den Horizont der Mitte derselben hinabsinken, und die größern dunkeln Flecken bilden; der sie gewöhnlich umgebende Nebel entsteht von einigen Lichtwolken, die noch zum Theil über dem Horizont stehen. Die sonderbaren Schattirungen, welche sich durch gute Fernröhre zwischen Fackeln- und Fleckensammlungen auf der Sonne zuweilen deutlich zeigen, scheinen landschaftliche Gegenden zu seyn, wo die Lichtwolken nur einzeln oder verdünnt stehen, und Berge und Thäler von verschiedenen Seiten erleuchten *).

325. Es sey nun die eine oder die andere Hypothese richtig, so wird der Endzweck des prachtvollen Sonnenballs, nemlich durch alle Räume seiner wei-

*) S. des Hrn. Landmarschalls v. Hahn Gedanken über die Sonne und ihr Licht, in meinem astronomischen Jahrbuch für 1795, und meine Gedanken über die Natur der Sonne und Entstehung ihrer Flecken, im 2ten Bande der Beschäftigungen der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde, Berlin 1776.

ten Herrschaft, so wie unserer Erde, auch den übrigen um ihn laufenden Planeten- und Kometenkugeln den möglichsten Grad des Lichts und die benöthigte Wärme mitzutheilen, glücklich erreicht. Dieser wichtige und allgemeine Nutzen, so wie die mächtige Kraft der Anziehung, mit welcher die Sonne alle Kugeln ihres Systems bis zu unermessenen Entfernungen um sich in Kreisen herumlenkt, ist von ihrer ungeheuren Größe zu erwarten; denn ihr Durchmesser trägt über 113 Erddurchmesser, mehr als 194000 Meilen, ihr Umfang im Aequator über 611000 Meilen aus; und sie übertrift unsere Erde an Größe 1448000 mal. (Den Beweis nachher).

326. **Newton** erklärte die Lichtstralen als wirkliche aus der Sonne und den Sternen durch völlig leere Räume sich ergießende Ausflüsse. **Cartesius** dachte sich diese Räume mit Himmelsluft angefüllt, und die feinsten Theile der Sonnenstralen als harte, dicht an einander in gerader Linie liegende Kügelchen, die, wenn das der Sonne zunächst stehende einen Stoß ihrer bewegten Lichttheile erhält, sich ohne den geringsten Zeitverfluß auf der Erde wirksam zeigen. Allein gegen beyde Voraussetzungen lassen sich gegründete Einwürfe machen.

327. Herr **Euler** nimmt hingegen mit mehrerer Wahrscheinlichkeit an, daß die kleinsten Theile der Lichtmaterie der Sonne in einer heftigen zitternden

Bewe-

Bewegung sind; diese wird den der Sonne zunächst angränzenden Theilen des Aethers (einer den Weltraum anfüllenden höchst subtilen, flüßigen und dabey elastischen Materie) mitgetheilt, und pflanzt sich nach und nach durch den Aether auf eine ähnliche Art, wie der Schall durch unsere Luft, obgleich wegen jener viel subtilern Materie ungemein schneller, bis zu der Erde und andern Planeten fort, so daß hiebey eben so wenig wirkliche Lichtausflüsse erfolgen, als beym Schall einer Glocke Theile aus derselben zu unsern Ohren kommen.

328. **Römer** machte etwa vor 120 Jahren die wichtige Entdeckung, daß das Licht zwar nicht augenblicklich, aber doch mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit sich fortpflanzt. Es sey fig. 26. in S die Sonne, BDAC die Erde, RV die Jupitersbahn, und 24 stehe in n; emd sey die Bahn seines ersten Trabanten, der in 42 Stunden 28 Minuten um ihn läuft, und allemal nach dieser Zeit entweder in e in den Schatten seines Planeten tritt und eine Verfinsterung leidet, oder in m aus demselben tritt und wieder sein Licht erhält. Ist die Erde in C, so steht 24 hinter der Sonne in seiner größten Entfernung von uns. Kömmt die Erde in D, so ist die Erde ihm um den ganzen Durchmesser ihrer Bahn CD = der doppelten Entfernung der Sonne, die wenigstens 40 Millionen Meilen austrägt, näher.

329. Soll nun nach der Rechnung dieser Trabant um eine gewisse Zeit in den Schatten seines Planeten treten, so geben die Beobachtungen, daß dieser Eintritt, wenn die Erde in C ist, um 8 Minut. $7\frac{1}{2}$ Sec. später, und wenn sie in D anlangt, um 8 Minut. $7\frac{1}{2}$ Sec. früher sich zeigt. Die Ursache hievon ist, weil das Licht so viele Zeit gebraucht, sich durch den Halbmesser der Erdbahn S D = S C fortzupflanzen; es schießt also D C in 16 Min. 15 Sec. durch. Von C durch B nach D nähert sich die Erde dem Jupiter, und hiedurch wird die Zeit der Verfinsterungen scheinbar beschleunigt. Gesetzt, der Trabant trete in e ein, wenn die Erde in B ist, so sollte er nach 42 Stund. 28 Min. abermal eintreten; allein weil die Erde inzwischen sich dem Jupiter nach b genähert, so sehen wir den Trabanten um so viel früher verschwinden, als das Licht eher in b als B anlangt. Von D durch A bis C entfernt sich die Erde wieder vom Jupiter, und der Trabant tritt in m immer später aus dem Schatten. Bey A herum zeigt sich das Gegentheil von dem bey B.

330. Dem in B und A bemerkten Zeitunterschiede sowohl, als den Beobachtungen in C und D gemäß, braucht also das Licht der Jupiterstrabanten 8 Min. 7 Sec., sich von der Sonne bis zu uns, also wenigstens 20 Millionen Meilen weit, mit einer uns unbegreiflichen Schnelligkeit fortzupflanzen, oder legt in

einer Secunde 41000 Meilen zurück; der Schall hingegen in 22 Secunden nur eine deutsche Meile.

331. Diese Schnelligkeit des Lichts ist gleichfalls durch die von **Bradley** entdeckte **Abirrung des Lichts** der Fixsterne bestätigt worden. (S. den Abschnitt von den Fixsternen). Die Lichtstralen gebrauchen hiernach so viel Zeit, um eine dem Abstande der Sonne gleiche Weite zu durchschießen, als die Erde braucht, um 20 Sec. im Bogen ihrer Bahn fortzurücken, wozu 8 Min. 7 Sec. (wie vorher gefunden) gehören. Nun ist jener Bogen 1940 Meilen lang, woraus folgt: daß die Fortschwingung des Lichts über 10300 mal schneller geschieht, als der Lauf der Erde.

332. **Die Stärke der Erleuchtung eines Körpers nimmt ab, wie das Quadrat seines Abstandes vom leuchtenden Körper zunimmt,** wird also in einer doppelten Entfernung 4mal; in einer dreyfachen 9; in einer vierfachen 16mal u. s. w. schwächer, welches leicht zu beweisen ist.

333. Hiernach läßt sich eine Vergleichung der Stärke des Sonnenlichts auf den Planeten nach ihren verschiedenen Abständen (S. §. 301.) anstellen; und es ergiebt sich z. B., daß das Licht der Sonne auf dem **Merkur** 6- und auf der **Venus** 2mal stärker; hingegen auf dem **Mars** um die Hälfte, auf dem **Jupiter** 27, auf dem **Saturn** 90, und auf dem **Uranus** 364mal schwächer als auf der **Erde** ist.

Daher entsteht der merklich verschiedene Glanz der Planeten zum Theil aus ihrer sehr verschiedenen Entfernung von der Sonne. Allein es kömmt auch sehr vieles hiebey auf ihre eigene Größe, und auf die besondere Beschaffenheit der Theile ihrer Oberfläche und ihrer Atmosphäre an.

334. Aus Vergleichung der Stärke des Sonnen- oder des gemeinen Tageslichts mit dem Lichte, welches uns der Mond zuschickt, hat unter andern Smith berechnet, daß 90000 Vollmonde mit ihrem vereinigten Lichte es bey uns nur so helle als die Sonne machen würden. Wenn nemlich der Mond bey Tage zu der Zeit, da er drey Viertel oder mehr erleuchtet ist, über dem Horizont steht, so erscheint er nicht viel heller als ein mit ihm gleich großes Wölkchen, welches das Sonnenlicht lebhaft zurückwirft; deswegen kann auch der Mond bey Nacht nicht mehr Licht haben, als diese Wolke, wenn sie ihren von der Sonne erborgten Schein wie der Mond behielte. Nun ist das gewöhnliche Tageslicht der Wiederschein des mit hellen Wolken überzogenen Himmels, und der Mond nimmt in jener Gestalt etwa den 90000sten Theil von der sichtbaren Halbkugel des Himmels ein: daher muß sein Licht auch um eben so viel schwächer seyn *).

*) Bouguer findet dies Verhältniß wie 300000:1, und Euler gar wie 374000:1. Nach Lamberts Berechnung scheint die Sonne 277000 mal heller als der Mond.

335. Wir würden unterdessen diesen erstaunlichen Unterschied des Sonnen- und Mondenlichts eher empfinden und beurtheilen können, wenn die Eröffnung der Pupille unsers Auges bey allen Graden der Stärke des Lichts gleich groß bliebe. So aber erweitert sich diese Oeffnung bey einem schwachen Lichte sehr merklich, und wir sehen daher die bey demselben sichtbaren Gegenstände stärker erleuchtet, so daß das Vermögen des Auges Gegenstände, die vom Lichte in einer sehr verschiedenen Stärke beschienen werden, dennoch in ziemlicher Klarheit zu sehen sehr weite Gränzen hat *).

336. **Merkur** beschreibt zunächst um die Sonne seine Bahn in 88 Tagen, in einer Entfernung von etwa 9400 Halbmessern der Erde **) (jeden zu $859\frac{1}{2}$ deutsche Meilen gerechnet). Er sieht die Sonne 6mal im Flächenraum größer als wir, und um eben so viel heller. Er ist der kleinste Planet, und wird von unserer Erdkugel an Größe 18mal übertroffen. Da er sich nie über $28\frac{1}{2}$ Grad von der Sonne ent-

*) Daher bemerken wir bey großen Sonnenfinsternissen noch keine Abnahme der Erleuchtung der Gegenstände auf der Erde, wenn auch die Sonne schon weit über halb verdunkelt ist.

**) Wie die wahre Entfernung der Planeten von der Sonne und Erde, imgleichen ihre wahre Größe gefunden worden, wird im folgenden gezeigt. Hier werden diese Entfernungen nur beyläufig angesetzt.

fernt, so sehen wir ihn nur zuweilen nahe am Abend- oder Morgenhorizont in der Dämmerung: daher hat man bisher auf seiner Oberfläche keine dunkle Flecken entdecken können, und seine Umdrehungszeit ist noch unbekannt.

337. Er erscheint als ein kleiner lebhaft glänzender Stern. Sein scheinbarer Durchmesser trägt diesseits der Sonne 12 Secunden, in seinem größten Abstand aber hinterhalb der Sonne nur 5 Sec. aus. Daher und wegen seines starken Glanzes, den seine große Nähe bey der Sonne veranlaßt, wird die Abwechselung seiner Lichtgestalten nur durch beträchtlich vergrößernde Dollondische Fernröhre, deren Objectivglase man nur eine geringe Oefnung lassen muß, bemerkt. **Merkur** ist in seiner untern Zusammenkunft mit der Sonne 14900, in seiner obern Zusammenkunft mit derselben aber 33600 Erdhalbmesser von uns entfernt.

338. In einem Abstande von 17500 Halbmessern der Erde, wälzt sich **Venus** in 224 Tagen um die Sonne. Sie sieht die Sonne im Flächenraum noch einmal so groß als wir, und ist nur etwas kleiner als die Erde. Schon **Cassini** fand Anno 1666 Flecken auf ihrer Oberfläche, aus deren veränderlichen Stellung er eine Umwälzung ihrer Kugel von 23 Stund. 20 Min. folgerte. Herr **Schröter** zu Lilienthal hat vor kurzem mit vieler Sorgfalt die Venus durch ein

7füßiges Herschelsches Teleskop beobachtet, merkwürdige Ungleichheiten auf derselben entdeckt, und ihre Umdrehungszeit 23 Stund. 22 Min. gefunden; ferner deutliche Spuren von ihrer Atmosphäre und deren Dämmerungen bemerkt *). Auch ist zuweilen von einem Trabanten der Venus die Rede gewesen, dessen bisherige Erscheinung durch Fernröhre aber als optische Irrthümer mit ziemlichem Grunde der Wahrscheinlichkeit erklärt worden.

339. **Venus** ist der schönste Stern am Himmel; sie hieß schon im Alterthum der **Morgen**- oder **Abendstern**, nachdem sie entweder des Morgens vor der Sonne herging, oder ihr des Abends nachfolgte. In ihrer größten Entfernung jenseits der Sonne, trägt ihr scheinbarer Durchmesser nur 9 Secunden; steht sie aber diesseits der Sonne uns am nächsten, 61 Secunden aus. Wenn sie in dem untern Theil ihrer Bahn etwa 40° ost- oder westwärts von der Sonne erscheint, hat sie ihr stärkstes Licht, ob sie gleich kaum den 4ten Theil erleuchtet ist **). Venus ist der einzige Stern, den man die mehreste

*) S. mein astronom. Jahrbuch für 1793, Seite 136 bis 142; und für 1795 Seite 209 bis 216.

**) S. die erste Kupfertafel in meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels. In meinen astron. Jahrb. wird die Lichtgestalt der ♀ monatlich in einem Holzschnitt vorgestellt.

Zeit mit bloßen Augen bey Tage am Himmel sieht. In ihrer obern Zusammenkunft mit der Sonne steht sie 41800, hingegen in ihrer untern nur 6700 Erd-halbmesser von uns.

340. Die Erde ist der dritte Planet von der Sonne; sie läuft, 24000 ihrer Halbmesser entfernt, in 365 Tagen 6 Stunden um die Sonne. Die **Umdrehung der Erdkugel**; ihre etwas **eingedrückte Gestalt**; ihre **Größe**; die unveränderliche **Neigung der Axe von 66½ Grad** gegen die Ebene ihrer **etwas elliptischen Laufbahn**; die daher entstehende **Abwechselung der Jahreszeiten** oder verschiedene Stellungen der Theile ihrer Oberfläche gegen die Sonne; **Beschaffenheit ihrer Atmosphäre** und **Erscheinungen in derselben** ꝛc. Alles dies ist schon hinlänglich aus den vorigen Abschnitten bekannt.

341. Unser beständige Begleiter, der **Mond**, läuft zunächst um die Erde von Westen gegen Osten, in einer Entfernung von etwa 60 ihrer Halbmesser in 27 Tagen 8 Stunden. Er ist der kleinste von allen Himmelskörpern, die wir kennen, und im Flächenraum 14, im körperlichen Inhalt aber 50mal kleiner als die Erde.

Period. Umlauf des Mondes.		Synodischer Umlauf	Mittlere tägliche tropische Bewegung.
Tropis. Umlauf.	Syder. Umlauf.		
27 T. 7 S. 43′ 5″	27 T. 7 S. 43′ 11″	29 T 12 S. 44′ 3″	13° 10′ 35″

In 100 Jahren, jedes zu $365\frac{1}{4}$ Tagen gerechnet, legt der Mond, nach seiner tropischen Bewegung, 1336mal seine Bahn, und überdem noch 10 Z. 7° 53′ 35″ zurück. Zwölf synodische Mondläufe, oder ein Mondenjahr, ist 354 Tage 8 Stund. 48′ 35″ lang. In 19 Sonnenjahren treffen 235 synodische Umläufe des Mondes ein; die Abweichung beträgt nach 312 Jahren nur einen Tag.

342. Die Mondkugel wird allemal zur Hälfte von der Sonne erleuchtet; allein die Breite des Theils, welcher davon uns jedesmal zu Gesicht kömmt, nimmt keinesweges, vom neuen Lichte an, in dem Verhältniß zu, wie sich der Mond von der Sonne ostwärts entfernt, sondern diese Zunahme richtet sich beynahe nach dem **Sinus versus** (was der Cosinus vom Radius übrig läßt) vom Bogen des scheinbaren Abstandes des Mondes von der Sonne, erscheint also ungleich und um die Zeit der Viertel am merklichsten. Der größte Kreis auf dem Mond, welcher jedesmal die erleuchtete und dunkle Halbkugel trennt, zeigt sich in den Vierteln als eine gerade Linie, indem er alsdann senkrecht gegen unser Auge steht; in allen übrigen Stellungen des Mondes aber als eine Ellipse, weil er eine schräge Lage gegen uns hat. Nur im Vollen- und Neuen Lichte fällt er mit dem auf der Erde sichtbaren Rand des Mondes zusammen, weil wir alsdann senkrecht auf seine Ebene sehen.

343. Wenn der Mond sich sichelähnlich erleuchtet zeigt, so zeigt sich auch seine dunkle Seite in einem blassen **aschfarbenen Lichte**; und je schmäler die Mondsichel ist, desto lebhafter. Wir sehen hier, wie unsere Erde, die Nächte des Mondes erleuchtet; denn da dieselbe 14mal mehr im Flächenraum hat, als der Mond, so erleuchtet sie seine Nächte ohngefähr so viel mal stärker als der Vollmond die unsrigen. Dies ist eigentlich der Fall im Neumond bey a fig. 20., denn da scheint die Erde im Mond mit vollem Lichte; je breiter aber die Lichtgestalt des Mondes wird, desto mehr nimmt die Erleuchtung der Erde im Monde ab, daher wird jenes aschfarbene Licht immer unmerklicher, und selten ist es noch durch Fernröhre kenntlich, wenn der Mond über halb sich erleuchtet zeigt.

344. Die Erde rückt in ihrer Bahn in 24 Stunden etwa so weit fort, als die Peripherie der Mondbahn austrägt. Daher ist die Fortrückung des Mondes in seiner eignen Bahn in der nemlichen Zeit von etwa 13 Grad kaum der 27ste Theil von der Weite, durch die der Mond mit der Erde gemeinschaftlich sich fortschwingt. Vom Vollen- zum Neuenlichte geht der Mond vor der Erde her, und vom Neuen- zum Vollenlichte folgt er derselben. Vom ersten bis letzten Viertel geht er mit der Erde nach einer gleichen Richtung, und ist weiter, wie sie, von der Sonne entfernt; vom letzten bis ersten Viertel hingegen nach

der entgegengesetzten, und ist der Sonne näher. S. fig. 20. Der monatliche Weg des Mondes um die Erde und Sonne zugleich, ist eine Cycloide oder Radlinie.

345. Der scheinbare Durchmesser und die Geschwindigkeit des Mondes erscheinen monatlich merklich ungleich. Daher muß der Mond uns zuweilen näher seyn, als zu einer andern Zeit, oder die Erde liegt nicht im Mittelpunct seiner Bahn; diese ist nicht kreisförmig, sondern elliptisch gestaltet, wie AbcPde fig. 27. (obgleich lange nicht so excentrisch). Die Erde steht in dem einen Brennpunct E; in P ist das **Perigäum** oder die **Erdnähe**, und in A das **Apogäum** oder die **Erdferne** des Mondes; PA ist die Apsidenlinie; rE die Excentricität der Mondbahn = 550 solcher Theile, deren rP = rA 10000 hat. Weiß man nun für eine gewisse Zeit die Länge des Mondes und seine mittlere Anomalie, so läßt sich die Gleichung der Bahn und damit seine wahre Länge, wie bey den Planeten, finden.

346. Allein hiemit reicht man lange nicht aus, die Berechnung mit der Beobachtung zustimmend zu erhalten. Ursachen davon sind: die äußerst merkliche Fortrückung der Apsidenlinie bey der Mondbahn nach Osten, die in weniger als 9 Jahren durch den ganzen Thierkreis herumkömmt; die periodisch veränderliche Excentricität seiner Bahn; eine dritte Un-

gleichheit, die am größten ist, wenn der Mond 45° von der Sonne steht; endlich eine vierte und jährliche, die sich nach der mittlern Anomalie der Sonne verändert. Bey Anwendung dieser vier Verbesserungen weichen dennoch die Berechnungen oft merklich von den Beobachtungen ab, und erst seit wenigen Jahren haben die größten Astronomen und Geometer die verwickelte und schwere Theorie des Mondlaufes glücklich so weit zu Stande gebracht, daß nun die neuesten Mondtafeln *) den Ort des Mondes, obgleich nach einer weitläuftigen Berechnung, jedesmal mit großer Genauigkeit darstellen.

347. Ferner neigt sich die Mondbahn unter einem Winkel von etwa 5 Grad mit der Erdbahn. In beyden Durchschnittspuncten (Knoten) hat der Mond keine, und 90 Grad davon die größte nordliche oder südliche Breite. Die Knoten verändern ihren Ort gleichfalls sehr merklich, und gehen nach kaum 19 Jahren durch den ganzen Thierkreis von Osten nach Westen, also rückwärts. Hiernach ist die Gestalt und Lage der Mondbahn gegen die Ecliptik einer schnellen Abwechselung unterworfen, und die geschwindere oder

*) Tobias Mayer brachte zuerst die Mondtafeln zu ihrer jetzigen Vollkommenheit. Seine Tafeln stehen in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln. Euler und Mason haben selbige noch erweitert und genauer berechnet.

langsamere Fortrückung des Mondes; imgleichen sein größter oder kleinster Durchmesser wird so wie sein Durchgang durch die Ecliptik und seine größte Breite immer in andern Gegenden des Thierkreises bemerkt. Die schräge Lage der Mondbahn und ihre Veränderungen sind neue Schwierigkeiten, die Theorie des Mondlaufs genau zu berichtigen.

348. Die Wiederkehr des Mondes zu seiner Erdferne oder Erdnähe, heißt ein **anomalistischer**, und der Umlauf in Ansehung der Knoten ein **draconitischer Monat.** Jener dauert 27 Tage 13 Stund. 18′ 34″, und dieser 27 T. 5 St. 5′ 36″.

349. **Der scheinbare Durchmesser** des Mondes in der **Erdferne**, und wenn er zugleich in ☌ mit der Sonne ist, beträgt 29 Min. 22 Sec., und in der **Erdnähe**, wenn er zugleich in ☍ ist, 33 Minuten 31 Secunden; in der mittlern Entfernung hingegen 31 Min. 7 Sec. **Der Durchmesser des Mondes verhält sich allemal zur horizontalen Parallaxe desselben**, wie 32′ 46″,6 zu 60′. Wenn der Mond nach fig. 11. im Scheitelpunct c steht, so ist er dem Beobachter in n näher, als wenn er im Horizont a erscheint, und so wird auch sein scheinbarer Durchmesser vom Horizont herauf größer. Der horizontale Durchmesser verhält sich zum Höhen-**Durchmesser, wie der Sinus der wahren Entfernung**

des Mondes vom Scheitelpunct zum Sinus seiner scheinbaren Entfernung, welches sich nach fig. 11. ergiebt.

350. Schon mit bloßen Augen sehen wir auf der Oberfläche dieses uns am nächsten stehenden Himmelskörpers helle und dunklere Theile. Und bereits durch mittelmäßige Fernröhre stellt er sich überall mit vielen Ungleichheiten, Streifen, Flecken und großen Vertiefungen dar. Die größern dunkeln oder blaß schattirten Flecken scheinen Ebenen zu seyn, die das Sonnenlicht nicht so lebhaft als der übrige Theil des Mondes zurückwerfen, wiewohl sich auch darin Streifen, und hie und da Vertiefungen und Bergadern zeigen. Viele in den hellern Theilen zerstreuete Flecken erscheinen als runde Gruben und Vertiefungen in ebenen Gegenden mit einem dunkeln oder hellen Grunde, und viele davon sind mit einem Walle eingefaßt; andere machen sich als einzelne Berge sehr kenntlich. Zur Zeit des vollen Lichtes wird die uns sichtbare Halbkugel des Mondes von den Sonnenstralen senkrecht, im zu- und abnehmenden Lichte aber unter größern oder kleinern Winkeln erleuchtet: daher verschwinden im erstern Stande alle Schatten, welche sich von den einzeln Höhen oder Bergen und den Randgebürgen der Gruben der Sonne gerade gegenüber, oder innerhalb den Gruben und Cratern, an der der Sonne zugewendeten Seite in allen übrigen Stellungen des

Mondes zeigen. Aus den ansehnlichen Bergen und Thälern der Mondoberfläche sind alle Ungleichheiten und die häufigen vom hellen Theil abgerissenen Lichtpuncte, welche sich im zu- und abnehmenden Mond an der Gränzlinie seiner Tag- und Nachtseite, auf welcher die Sonne dort auf- oder untergeht, zeigen, leicht zu erklären. Den vornehmsten und kenntlichsten Mondflecken haben die Astronomen Namen beygelegt, ihre Lage gegen einander und ihre Lichtschattirungen bestimmt, und so von der Gestalt der uns jederzeit sichtbaren Seite des Mondes Abbildungen geliefert *).

351. Der Mond wendet beständig eine und dieselbe Halbkugel gegen die Erde, und scheint nur, während einem Monat, periodisch etwas zu schwanken, so daß seine Flecken gemeinschaftlich nach der Ost- oder

*) Das IIte Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten zeigt den Mond nach Hevels und Ricciolus Vorstellung. S. in meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels die IIIte Kupfertafel, und Seite 539 die Namen der vornehmsten Mondflecken nach dem Ricciolus; das astronomische Jahrbuch von 1776, und Mayers *Opera inedita*, Vol. I. Die neuesten und vollständigsten Mondbeobachtungen sind von Hrn. Oberamtmann Schröter angestellt. S. dessen Selenotopographische Fragmente zur genauern Kenntniß der Mondfläche ꝛc., 4. mit 42 Kupfern.

Westseite rücken. Man folgerte hieraus: **daß der Mond sich wirklich um seine Axe wälzt**, und zwar innerhalb 27 Tagen 8 Stunden, in welchen er seinen Umlauf um die Erde vollführt; und fand, daß die Mondaxe mit der Ebene der Erdbahn einen unveränderlichen Winkel von 88° 17′ macht; daß aber ihre Neigung mit der Ebene der veränderlichen Mondbahn bis auf 83° gehen kann; daß die Puncte, in welchen der Mondäquator die Ebene der Ecliptik berührt, mit dem mittlern Ort der Mondknoten übereinkommen. Hieraus, und daß der Mond in seiner elliptischen Bahn ungleich fortläuft, entsteht eine veränderliche Schwankung (**Libration**), sowohl in der Länge als Breite.

352. Es sey fig. 27. AcPd die elliptische Bahn des Mondes, und in deren Brennpunct E die Erde. Nun wendet, nach der Theorie, die Mondkugel beständig dieselbe Seite genau gegen den zweiten Brennpunct F. Es sey n ein Flecken mitten auf der Mondscheibe, von F aus gesehen. Steht also der Mond in A, so ist auch n, von der Erde gesehen, mitten auf dem Mond. Kommt der Mond in b, und hat sich folglich in Ansehung des Puncts F um den Winkel AFb = 90° herumgewälzt, so ist o sein Mittelpunct, von der Erde aus betrachtet, und n scheint sich von demselben gegen Westen am weitesten entfernt zu haben. Beym Stande des Mondes in c kommt n

dem

dem Mittelpunct wieder etwas näher, und wenn er in P kömmt fällt o mit n wieder zusammen. Steht der Mond in d, so ist n von o nach Osten, in e am merklichsten, und in A zeigt sich n wieder im Mittelpunct. Dies ist die **Schwankung der Mondkugel in der Länge**; die Weite on kann bis 8° der Mondoberfläche gehen.

353. Ein für unser Auge durch den Mittelpunct des Mondes gezogener Meridian der Mondkugel trift beständig mit ihrer wahren Länge überein; den dortigen ersten Meridian aber, von welchem die selenographischen Längen der Flecke gerechnet werden, stellt man sich mit der mittlern Länge des Mondes zusammenfallend vor: daher liegen beyde um den Unterschied zwischen dem wahren und mittlern Ort des Mondes im Bogen der Mondkugel auseinander. Nun treffen in A und P beyde Oerter, also auch jene Meridiane, zusammen. Vom Apogäo durch b und c zum Perigäo liegt der erste Meridian im Mond **westwärts**, und vom Perigäo durch d e bis zum Apogäo ostwärts vom Mittelpunct des Mondes. Von e, etwa durch A bis ohngefähr in b, schwankt die Mondkugel in der Länge nach **Westen**; hingegen von b durch P bis e nach **Osten**.

354. Es sey fig. 28. in T die Erde; TE liege in der Ebene der Ecliptik; und auf mT, welche mit ET den Winkel mTE = 1° 43′ macht, steht die

Axe des Mondes p s senkrecht, oder m T läuft mit dessen Aequator a e parallel. Hat nun der Mond seine größte nordliche Breite = B T E in B erreicht, so ist c für uns der Mittelpunct, und ein im Aequator a stehender Fleck wird nordwärts von diesem Punct erscheinen. Der Mondäquator und seine Parallelen erscheinen als halbe nordwärts liegende schmale Ellipsen; hingegen 14 Tage nachher, wenn der Mond C seine größte südliche Breite von 5° 17′ = E T C hat, wo c der Mittelpunct des Mondes, aus T betrachtet, ist, erscheint der Fleck a südlich unter dem Mittelpunct, und der Aequator des Mondes liegt südwärts. Dies ist also die Schwankung in der Breite *).

355. Die Höhen der Berge im Monde müssen zum Theil sehr ansehnlich seyn, welches man aus der Länge ihrer Schatten und aus der Entfernung von der Tagseite, auf welcher ihre Gipfel zum Vorschein kommen, abnehmen kann. Es sey fig. 12. o der Mittelpunct, und b a e ein Theil der Oberfläche des Mondes; a d ein Sonnenstral, welcher die Oberfläche in den Vierteln bey a berührt, und weiterhin die Spitze des Berges d trift; a b die helle und a e die dunkle Seite des Mondes. Nun ist a d, nach einigen Beobachtungen, $\frac{1}{13}$ von a o; und da der Halb-

*) Im astron. Jahrb. f. 1776. steht eine Anweisung, die Lage der Axe und des Aequators, so wie des ersten Meridians im Mond, zu finden.

messer des Mondes on 232 Meilen austrägt, so muß es d $\frac{2}{3}$ deutsche Meilen, etwa 15000 Franz. Fuß, hoch seyn. Herr Schröter hat Berge im Monde beobachtet, deren Höhe bis zu 25000 Fuß hinansteigt; imgleichen Gruben von 1000 bis 18000 Fuß tief.

356. Eine **Atmosphäre** um den Mond wollen Einige aus einem glänzenden Ring schließen, der sich um den Mond bey totalen Sonnenfinsternissen gezeigt hat; ferner aus der Beobachtung, daß die Planeten, wenn sie vom Monde bedeckt werden, zuweilen am Mondrande ihre runde Gestalt verlieren. **Mayer** suchte zu beweisen, daß der Mond keine Atmosphäre habe. Sie muß freilich von einer andern Beschaffenheit, als die unsrige, seyn, denn es zeigen sich keine Wolken im Monde, und die gewöhnlichen Flecken desselben erscheinen jederzeit gleich helle. Es müßte auf diesem Weltkörper ein beständig heiterer Himmel und keine Abend- und Morgendämmerung statt finden, weil an der Lichtgränze, wo doch die Sonne auf- und untergeht, die Flecken so heiter als sonst überall sich zeigen. Ob etwa daher, daß ein jeder Punct der Mondoberfläche $14\frac{1}{2}$ Tage beständig von der Sonne erleuchtet und vermuthlich auch erwärmt wird, wolkenähnliche Verdickungen nur in der Nachtseite statt finden? Herr Schröter hat Spuren vom Daseyn einer äußerst subtilen Mondatmosphäre, und sogar von einer dortigen Abend- und Morgendämme-

rung bemerkt. (S. astron. Jahrb. f. 1795. S. 216.) Große Wasserſammlungen hat man ſo wenig als Flüſſe auf dem Mond entdeckt, und die ſich zuweilen durch Fernröhre in ſeiner Nachtſeite zeigenden Lichtpuncte, welche einige Aſtronomen für Ausbrüche feuerſpeyender Berge hielten, habe ich durch ein lebhaft reflectirtes Erdenlicht dieſer Puncte zu erklären geſucht. (S. aſtron. Jahrbuch 1792. Seite 112).

357. In einem größern Abſtande als die Erde mit ihrem Mond, läuft **Mars** ſeine Bahn in einem Jahr und 322 Tagen um die Sonne. Er iſt gegen 37000 Halbmeſſer der Erde von der Sonne entfernt, und etwa 4mal kleiner als die Erdkugel. Er ſieht die Sonne im Flächenraum etwa nur halb ſo groß als wir. **Caſſini** ſahe zuerſt dunkle Flecken auf dem Mars, und folgerte aus deren Fortrückung, daß ſich dieſer Planet in 24 Stund. 40 Min. um ſeine Axe dreht. **Maraldi** fand eben dieſe Umdrehungszeit. Dieſe Flecken ſind groß, nicht allemal deutlich begränzt, und verändern ihre Geſtalt. (S. das 5te Blatt der Doppelm. Charten). Herr **Herſchel** hat im Jahr 1781 die Umwälzungszeit des Mars 24 St. 39′ 21″ gefunden; ferner die Neigung ſeines Aequators gegen ſeine Laufbahn 28° 42′, und die Abplattung ſeiner Kugel unter ihren Polen $\frac{1}{16}$tel.

358. **Mars** erſcheint uns die mehreſte Zeit nur als ein kleiner Stern; er macht ſich aber beſonders an

seinem feuerrothen Lichte kenntlich. Er verändert seine scheinbare Größe sehr merklich, denn hinterhalb der Sonne hat er etwa nur 4 Secunden, wenn er aber des Nachts um 12 Uhr im Meridian steht, 27 Sec. im Durchmesser. Er ist (im Mittel gerechnet) im erstern Falle über 61200, im zweiten aber nur 12700 Halbmesser der Erde von uns; 90° von der Sonne west- oder ostwärts hat er die Gestalt des Mondes 3 Tage nach oder vor dem vollen Lichte; Trabanten hat man bey ihm noch nicht entdeckt, ob sich gleich einer bey demselben vermuthen läßt.

359. Weit jenseits der Marsbahn umläuft in einem Abstande von fast 126200 Halbmessern der Erde **Jupiter** seine Bahn in 11 Jahren und 314 Tagen um die Sonne, welche er 27mal im Flächenraum kleiner als wir sieht. Er ist der größte unter allen Planeten, und 1474 mal größer als die Erde. Auf seiner Oberfläche zeigen sich durch Fernröhre einige dunkle, zum Theil veränderliche, parallel unter einander von Osten nach Westen liegende Streifen. Herr **Schröter** fand mit Herschelschen Teleskopen fast beständig vier, worin sich mancherley Veränderungen zeigten *). Auch bemerkt man zuweilen einzelne dunkle Flecken, aus deren Verrückung verschiedene Astro-

*) S. dessen von mir herausgegebene Beiträge zu den neuesten astronomischen Entdeckungen, mit 8 Kupf. 8. Berlin 1788.

nomen die Umwälzung der Jupiterskugel auf 9 St. 56 Min. herausgebracht. Die Neigung der Axe des Jupiters gegen die Ebene seiner Laufbahn ist 87°, und seine Kugel ist unter ihren Polen nach Cassini um $\frac{1}{15}$, nach **Pound** um $\frac{1}{13}$, und nach **Short** um $\frac{1}{14}$tel abgeplattet.

360. **Jupiter** zeigt sich uns allemal als einen schönen mit einem gelblichten Lichte scheinender Stern. Wenn er hinterhalb der Sonne steht, ist er mehr als 150000 Erdhalbmesser von uns, und sein scheinbarer Durchmesser 30 Secunden. Steht er aber der Sonne gerade gegenüber und um Mitternacht in Süden, so ist er 39 Secunden groß, und nur 102000 Erdhalbmesser entfernt.

361. **Jupiter** wird auf seiner zwölfjährigen Reise um die Sonne von **vier Monden** (Trabanten) begleitet, welche inzwischen in verschiedenen Zeiten von Westen gegen Osten um ihn laufen. Sie wurden im Jahr 1610 entdeckt. Sie sind schon durch mittelmäßige Fernröhre sichtbar. Die **Wargentinschen** Tafeln, nach welchen vornemlich ihre Verfinsterungen zu berechnen sind, waren bisher die richtigsten. Herr **de Lambre** aber hat neulich noch genauere, nach der Theorie des Herrn **de la Place** berechnet, herausgegeben.

362. Der **periodische Umlauf** ist, aus dem Jupiter gesehen, ihre Rückkehr zu dem nemlichen

Punct des Thierkreises; der **synodische** aber die Zeit von einer ☌ oder ☍ mit der Sonne zur andern.

	Periodischer Umlauf.				Synodischer Umlauf.			
I. Trab.	1 T.	18 St.	27′	33″	1 T.	18 St.	28′	36″
II. ″	3	13	13	42	3	13	17	54
III. ″	7	3	42	33	7	3	59	36
IV. ″	16	16	32	8	16	18	5	7

Der Unterschied zwischen beyden Umläufen entsteht auf eine ähnliche Art, wie bey unserm Mond (290). Der **synodische Umlauf** wird aus Beobachtungen der Wiederkehr zu den Finsternissen gefunden, der **periodische** aber hieraus berechnet. Aus dem Jupiter betrachtet, läuft nach voriger Tafel in 24 Stunden: der erste Trabant etwa 203, der zweite 101, der dritte 50, und der vierte 22 Grad am Firmament fort. Ferner findet sich, daß nach etwa 437 Tagen 4 Stunden der erste Trabant 247, der zweite 123, und der dritte 61; der vierte aber in 435 Tagen 14 Stunden, 26 synodische Umläufe vollendet.

363. Hiernächst hat man ihre größten Abstände vom Jupiter gemessen, und solche **in Halbmessern des Planeten**, welches ihre wahren Entfernungen, und im **Bogen der Himmelskugel**, welches ihre **scheinbaren** Entfernungen, von der Erde aus betrachtet, sind, bestimmt. Letztere sind in folgender Tafel für die Zeit der **mittlern Entfernung des**

Jupiters von der Erde angesetzt, wenn dessen scheinbarer Durchmesser $37\frac{1}{4}''$ austrägt.

	Größter Abstand in Halbmessern des 24 (jeden zu 9783 Meil.)	Größter scheinbarer Abstand.
I. Trabant	5, 96	1′ 51″
II. ‘	9, 49	2 57
III. ‘	15, 14	4 42
IV. ‘	26, 63	8 16

Jupiter nimmt also mit seinem Gefolge 16′ 32″ an unserm Firmament ein *).

364. Die 29ste Figur stellt den Jupiter H mit den Bahnen seiner vier Trabanten in den obigen verhältnißmäßigen Entfernungen vor. Er wirft, der Sonne, die nach C hinausgesetzt wird, einen Schatten HE, welcher spitz zuläuft, weil die Sonne viel größer als Jupiter ist. Die Trabanten erhalten ihr Licht von der Sonne, und erleiden im Schatten ihres Planeten eine Verfinsterung. In i treten sie in und in e wieder aus demselben. Diese **Mondfinsternisse** im Jupiter müssen sehr oft vorfallen **). Kommen hingegen die Trabanten auf der Linie zwi-

*) Die Nähe dieser Monde beym Jupiter ist, so wie ihr schneller Lauf, bewundernswürdig. Man stelle darüber Vergleichungen mit unserm Mond an.

**) Sie werden in den astron. Jahrbüchern im voraus angekündigt.

schen dem Jupiter und der Sonne, z. B. in n, so können sie ihren Schatten auf den Planeten werfen, und verursachen dort **Sonnenfinsternisse**; wir sehen dann ihre Schatten über den Jupiter von Osten nach Westen fortrücken.

365. Wenn die Erde zur Zeit der ☌ oder ☍ des Jupiters mit der Sonne nach C hinaus, fig. 29 oder fig. 26., in C oder B steht, so liegt der Schatten des Jupiters für uns gerade hinter dem Planeten. Wenn die Erde von C nach B rückt, und Jupiter in den Frühstunden sichtbar ist, ragt der Schatten an der Westseite hervor, am merklichsten in B, da Jupiter um 6 Uhr Morgens culminirt, und wir sehen ihn nach D. Läuft die Erde von B bis D fig. 26., so rückt der Schatten wieder hinter den Jupiter. Nach der ☍ in D geht die Erde gegen A, und der Schatten liegt ostwärts am Jupiter. Bey A, da Jupiter um 6 Uhr Abends culminirt, ist dies am merklichsten; wir sehen ihn nach AHF, fig. 29. Bewegt sich endlich die Erde von A nach C, fig. 26, so geht der Schatten wieder hinter den Planeten. Von der ☌ bis zur ☍ sind also nur die **Eintritte**; von der ☍ bis zur ☌ aber nur die **Austritte** der Trabanten sichtbar, weil der andere Theil des Schattens hinter dem Jupiter bleibt. Dies gilt beständig für den ersten, und mit einer seltenen Ausnahme auch für den zweiten Trabanten. Von dem 3ten und 4ten aber

werden, vornemlich bey B oder A, sowohl die Ein- als Austritte gesehen.

366. Die Ebene der Bahn des Jupiters neigt sich mit der Ebene der Erdbahn unter einen kleinen Winkel von 1° 19′, und mit der letztern machen die Ebenen der Trabantenbahnen Winkel von $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$°. Hieraus folgt, daß das System des Jupiters sich nur wenig gegen unser Auge neigt, und wir die Trabanten immer zu beiden Seiten des Jupiters größtentheils in einer geraden Linie sehen. Der ☊ aller vier Trabantenbahnen liegt etwa im 14° ♒, und folglich der ♉ im 14° ♌. Wenn also ♃ dorthin erscheint, so gehen die Trabanten sowohl vor als hinter ihm in geraden Linien durch seinen Mittelpunkt; sonst beschreiben sie äußerst schmale Ellipsen, die im 14° ♉ und ♏ am weitesten offen erscheinen. Aber schon etwa 30 Grad ost- und südwärts von diesem Puncte, geht der 4te Trabant jedesmal, den Schatten unverfinstert, nord- oder südwärts vorbey.

367. Durch ein Modell vom **System des Jupiters** (Jovilabium) lassen sich die Stellungen der Trabanten, von der Erde aus betrachtet, für eine jede Zeit leicht finden. Es werden nach einem beliebigen Maaßstabe (Halbmesser des ♃ = 1) die Bahnen der Trabanten in ihrer verhältnißmäßigen Größe auf Chartenblätter beschrieben und ausgeschnitten; hierauf mit einem beliebigen größern Halbmesser die

Ecliptik beschrieben und eingetheilt. Die Mittelpuncte obiger Scheiben werden, vermittelst eines Stifts, mit dem Mittelpunct der Ecliptik vereinigt, so daß sie sich umdrehen lassen. Die Umkreise der Bahnen theilt man nun nach den Jovicentrischen 24stündlichen Bewegungen eines jeden Trabanten für alle Tage des Monats ab. Im Mittelpunct wird 24 verzeichnet, und über dem Stift noch ein schmaler Zeiger für die Gesichtslinie der Erde zum 24, und ein anderer für die von der Sonne zum 24 gehende Linie, welche die Lage des Schattens bestimmt, angebracht. Dann wird ihre Länge im Thierkreise, aus dem Jupiter gesehen, aus den darüber vorhandenen Tafeln genommen; der Zeiger auf diesen Grad der Länge geschoben, und die Zahl des vorgegebenen Tages auf einer jeden Trabantenbahn unter ihn gebracht. Endlich, ohne Verrückung der Scheiben, der eine Zeiger nach dem heliocentrischen und der andere nach dem geocentrischen Ort des 24 gerichtet. Die Verzeichnung der geocentrischen Stellung der Trabanten läßt sich dann aus der 29sten Figur abnehmen *).

368. Diese Monde zeigen auch bey ansehnlichen Vergrößerungen in sehr guten Fernröhren noch keinen so merklichen scheinbaren Durchmesser, daß derselbe mit den gewöhnlichen Instrumenten auszumessen

*) Meine astron. Jahrbücher zeigen diese Stellung der Trabanten für eine gewisse Stunde einer jeden Nacht.

wäre. **Maraldi** hat aus der Dauer ihrer Vorübergänge vor der Jupitersscheibe gefunden, daß der 3te, welcher der größte ist, $\frac{1}{18}$tel; die drey übrigen aber $\frac{1}{20}$tel vom Durchmesser des Jupiters halten *). Da nun Jupiter über 11mal größer im Durchmesser als die Erdkugel ist, so müssen die Trabanten etwa nur achtmal kleiner als die Erde seyn. Endlich erscheinen die Trabanten, ohnerachtet sie immer gegen uns ihre ganz erleuchtete Seite wenden, dennoch nicht allemal gleich helle, und ihre Schatten zeigen sich auf dem Jupiter gewöhnlich größer als sie selbst, woraus eine Umdrehung dieser Monde um ihre Axe, und daß sie auf ihrer Oberfläche mehr oder wenigere dunkle Flecke haben müssen, zu folgen scheint.

369. **Saturn** läuft in einem fast doppelten Abstande wie Jupiter, nemlich von mehr als 231400 Erdhalbmessern, seinen Weg um die Sonne in 29 Jahren und 166 Tagen. Er sieht die Sonne im Flächenraum 90mal kleiner als wir. Seine Größe übertrift die Größe unserer Erdkugel 1030mal. Weil sich auf seiner Oberfläche bey der großen Entfernung von uns keine einzelne Flecken durch die bisherigen Fernröhre

*) Sie müssen also wenigstens 2 Sec. im scheinbaren Durchmesser haben, und daher sieht man besonders den 3ten und 4ten durch gute Fernröhre nach und nach in und aus dem Schatten treten, welches an ihrer allmählichen Ab- und Zunahme des Lichts erweislich ist.

unterscheiden lassen, so bleibt hiernach die Umdrehungszeit seiner Kugel völlig unbekannt, wiewohl schon **Huygen** dieselbe aus andern Gründen auf 10 Stunden, und Herr Prof. **Kant** auf 6 Stund. 24′ bestimmte. Herr **Herschel** entdeckte durch sein zwanzigfüßiges Teleskop dunkle Flecken, imgleichen 2 blasse Streifen auf dem Saturn, die auch schon Herr **Messier** bemerkt. Ersterer fand auch die Abplattung der Saturnskugel $\frac{1}{11}$tel.

370. **Saturn** erscheint uns als ein ziemlich kenntlicher Stern mit einem bleich röthlichem Lichte. Er sieht die Sonne 90mal im Flächenraum kleiner als wir. Die Erdbahn ist zehnmal im Umfange und Durchmesser kleiner als die Laufbahn dieses Planeten: und daher kann er uns nie einen merklichen Theil seiner dunkeln Seite zuwenden. Wenn er um die Mitte der Nacht culminirt, so ist er uns am nächsten, und zeigt sich etwas größer, als wenn er nahe bey der Sonne steht. Im ersten Falle ist sein scheinbarer Durchmesser $21\frac{1}{2}$ Secunden, und seine Entfernung von der Erde 207000 Erdhalbmesser; im andern aber jener nur $15\frac{1}{2}$ Sec., und diese über 255000 Erdhalbmesser.

371. Der sich um den **Saturn** durch Fernröhre zeigende **Ring** ist eine der merkwürdigsten Erscheinungen am Himmel. **Galiläus** und **Gassendus** beobachteten ihn zuerst sehr unvollkommen, und konn-

ten keine richtige Erklärung seiner veränderlichen Erscheinungen geben; selbst **Hevel** sahe durch seine Fernröhre nichts deutlichers, und setzt nur sechs unterschiedene Gestalten des Saturns fest, ohne ihre Ursache zu bestimmen. Endlich lehrte **Huygen**, daß ein ziemlich breiter, aber dagegen äußerst dünner Ring in einem gewissen Abstande mitten um diese Planetenkugel frey schwebe, eine beständig parallele Richtung nach einer Gegend des Himmels behalte, und wie Saturn selbst von der Sonne erleuchtet werde. Die Richtigkeit dieser Erklärung haben alle ferneren Beobachtungen bestätigt.

372. Der Durchmesser des Ringes verhält sich zum Durchmesser der Saturnskugel, nach **Pound**, wie 7:3, woraus folgt: daß er in der Erdnähe des Saturns 50 Sec., in der Erdferne desselben aber 36 Sec. im scheinbaren größten Durchmesser hat. Der Abstand seines innern Randes von der Oberfläche des Saturns ist ohngefähr der Breite des Ringes gleich. Man erblickt zuweilen den Saturn ohne Ring; einige Zeit nachher fängt der letztere an, sich als eine gerade Linie zu beyden Seiten desselben zu zeigen; wird immer breiter und elliptisch gestaltet, s. fig. 30.; erscheint nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am weitesten offen und etwa so breit, daß er die Kugel des Saturns einfaßt. Von da verengt er sich wieder, und 15 Jahre nach der erstern Erscheinung ist Saturn

abermal ohne Ring. Nachher erscheint er wieder als eine gerade Linie, wird immer breiter, geht offen, und nach $7\frac{1}{2}$ Jahren ist er abermal am weitesten offen; dann wird er nach und nach enger, schließt sich, und gegen Ende des 30jährigen Umlaufs des Saturns ist er abermal nur als eine gerade Linie sichtbar.

373. Daß der Ring ein von der Sonne erleuchteter und für sich fester Körper sey, wird durch seinen Schatten erwiesen, der sich zuweilen auf der Kugel dieses Planeten zeigt. Er wirft auch das erborgte Sonnenlicht auf einige Gegenden der Saturnskugel zurück. Er neigt sich unter einem beständigen Winkel von etwa 31° mit der Ecliptik, und wird daher immer nur schief von der Sonne erleuchtet. Die Ebene des Ringes behält eine parallele Lage durch die ganze Laufbahn des Saturns; muß also erweitert, beym 30jährigen Umlauf des Saturns zweymal durch die Sonne gehen, wo alsdann der Ring nur der Dicke nach erleuchtet wird, welche aber zu geringe ist, als daß wir solche mit unsern gewöhnlichen Fernröhren noch bemerken könnten; kurz vor- und nachher erscheint er als eine gerade Linie *). 90° von diesen Gegenden sehen wir den Ring am weitesten offen, und alsdann verhält sich die große Axe der Ellipse des

*) Herr Herschel hat unterdessen im Jahr 1789 bey dieser Stellung des Ringes denselben durch sein vierzigfüßiges Riesenteleskop, dessen großer Spiegel über

Ringes zur kleinen, wie der Sin. tot. zum Sin. von 31°. Der Nordpol des Ringes fällt, aus der Sonne betrachtet, gegen den 17° ♊ und 59° nordl. Breite, und daher der Südpol gegen den 17° ♐ und 59° südl. Breite. Demnach liegen jene Durchschnittspuncte in der Ecliptik im 17° ♓ und 17° ♍.

374. Aus diesen Polen würde sich der Ring völlig rund und in der verhältnißmäßigen Größe gegen die Kugel des Saturns zeigen; s. fig. 31. Allein gegen uns liegt er allemal sehr schräge, und muß sich daher und wegen seiner beständig parallelen Lage, in einer elliptischen, periodisch veränderlichen, Gestalt darstellen. Steht nemlich Saturn im 17° ♑, so geht die Ebene desselben durch die Sonne, und er formirt eine äusserst feine Linie. Rückt Saturn durch ♈ und ♉, so fängt die Sonne an die südliche Seite des Ringes zu erleuchten, welche sich immer mehr gegen uns erhebt, so daß die nordliche Hälfte desselben vor der Kugel des Saturns über, und die südliche hinterhalb derselben unter dem Mittelpunct liegt. Im 17° ♊ erscheint er am breitesten. Von da nimmt die Breite durch ♋ und ♌ wieder ab. Im 17° ♍ ist abermal seine Ebene gegen die Sonne gerichtet. Nachher fängt die Sonne

4 Fuß im Durchmesser faßt, unaufhörlich als eine äußerst zarte Linie zu beiden Seiten des Saturns erkannt. S. astron. Jahrb. 1793.

Seite gegen uns senkt. Im 17° ♐ ist die Ellipse
inges abermal am breitesten; der nordliche Theil
ben liegt jenseits über und der südliche dissеits
dem Mittelpunct der Kugel. Endlich wird der
durch den ♑ und ♒ wieder enger.

75. Der Ring kann außer der Zeit, wenn die
ne in seiner Ebene liegt, von der Erde aus be-
tet, noch aus zwey andern Ursachen unsichtbar
en. Diese erweiterte Ebene kann entweder durch
rde oder zwischen Erde und Sonne hindurch ge-

Im erstern Falle muß der Ring für uns völlig
htbar seyn; im zweiten kann die von der Sonne
wendete und folglich dunkle Seite des Ringes ge-
uns gekehrt seyn; und beydes geschieht allemal
vor und nach der Zeit, da die Ebene des Ringes
) die Sonne geht *).

376. Dieser Ring hat mehr als 40500 Meilen
Durchschnitt, und 127000 im Umfange. Seine
e ist nicht zu bestimmen, muß aber gegen seine
ite, die 5800 Meilen austrägt, unbeträchtlich
. Sein äußerster Rand steht 11600, und sein

* S. astron. Jahrbuch f. 1789. Seite 120—125.

innerer nur 5800 Meilen von der Oberfläche des Saturns. Short und Andere wollten bemerken, daß der Ring nach innen zu heller sey, auch daß sich auf seiner Oberfläche dunkle Kreise zeigen. Hr. Herschel hält es für ausgemacht, daß die schmale dunkle Zone, die sein großes Teleskop auf dem Ringe zeigt, eine Oefnung sey, so daß also Saturn zwey concentrische, in einer gleichen Ebene liegende, etwas von einander abgesonderte Ringe habe. Er giebt an: Breite des innern 97, des äußern 34; Zwischenraum zwischen beyden 14 Theile, deren der Halbmesser des ♄ 214 hat. Er hat auch entdeckt, daß sich der Ring in 10 Stund. 32′ 15″ umdrehet.

377. Man wird nun um so mehr annehmen können, daß die Ebenen des Ringes und des Aequators vom Saturn, also auch ihre Pole, zusammen fallen, indem sich Saturn höchst wahrscheinlich nach der Richtung und Lage seines Ringes, und vermuthlich in einer gleichen Zeit mit demselben um seine Axe dreht. Hiebey läßt sich aber leicht zeigen, daß der Ring, seiner Stellung und Nähe beym Saturn wegen, die Erleuchtung der Nächte dieses Planeten viel weniger befördert, als man vermuthen sollte, und ihn zum Theil des Sonnenlichts bey Tage beraubt. Die hieher gehörigen Bemerkungen habe ich in einer Abhandlung: Ueber die Erleuchtung und Erscheinung des Saturnringes, vom Saturn aus betrach-

tet, vorgetragen. S. astronom. Jahrb. von 1786. Seite 138 bis 148.

378. **Saturn** nimmt auf seiner 30jährigen Reise um die Sonne ein Gefolge von **sieben Monden** mit sich, die sämtlich außerhalb dem Ringe um ihn in verschiedenen Zeiten von Westen gegen Osten laufen; sie sind nur durch sehr gute Fernröhre zu bemerken. Der 6te ist der größte, und bereits durch mittelmäßige Fernröhre sichtbar. Er wurde auch zuerst von **Huygen** im Jahr 1655 entdeckt. Von 1671 bis 1684 fand **Cassini** mit sehr langen Fernröhren den 7ten, 5ten, 4ten und 3ten. In England erblickte erst im Jahr 1718 **Pound** diese 5 Trabanten durch ein sehr großes Fernrohr. Endlich entdeckte Herr **Herschel** im Jahr 1789 durch sein 40füßiges Teleskop die beyden innersten Trabanten. Alle sieben sind nur durch dies Riesenteleskop zu erkennen.

379. Nachdem die fünf erstern Trabanten des Saturns entdeckt worden, haben **Huygen**, **Cassini**, und Andere, Tafeln ihres Laufs geliefert, die aber größtentheils nur dazu dienen, um ihre jedesmaligen Stellungen, von der Erde aus betrachtet, zu finden. Man kann sich nach denselben auf eben die Art wie für die Jupiterstrabanten, ein **Saturnilabium** verfertigen. Verfinsterungen dieser Monde fallen wegen der großen Neigungen ihrer Bahnen selten vor, und würden auch schwer zu beobachten seyn.

380.

Ordn. d Trabant.		Period. Umlauf.				Synod. Umlauf.			
Ehemals	Jetzt *)	T.	St.	M.	S.	T.	St.	M.	S.
	I	0	22	39	58	0	22	40	5
	II	1	8	52	54	1	8	53	9
I	III	1	21	18	26	1	21	18	55
II	IV	2	17	44	51	2	17	45	51
III	V	4	12	25	11	4	12	27	55
IV	VI	15	22	41	13	15	23	15	20
V	VII	79	7	53	43	79	22	3	13

Der synodische Umlauf ist aus Beobachtungen bestimmt, und daraus, wie bey den Jupiterstrabanten, der periodische berechnet. Hiernach muß der erste Trabant in 24 Stunden 380, der zweite 262, der dritte 190, der vierte 131, der fünfte 79, der sechste 22, und der siebente 4 Grad am Firmament des Saturns zurücklegen.

381. Ihre **Entfernung** vom Mittelpunct des Saturns ist nach **Cassini's** Bestimmungen:

*) Der I. und IIte sind die beyden innern von Herrn Herschel entdeckten, und daher rücken die bisher bekannten um zwey in der Ordnung weiter.

	in Halbmessern des ♄ *)		in Halbmessern des Ringes		größter scheinbarer Abstand	
I. Trab.	2,	8	1,	2	0′	27″
II. "	3,	6	1,	5	0	35
III. "	4,	5	1,	9	0	43
IV. "	5,	8	2,	5	0	56
V. "	8,	1	3,	5	1	18
VI. "	18,	7	8,	0	3	0
VII. "	54,	2	23,	2	8	42

Nach der 3ten Columne nimmt also Saturn mit seiner weitläuftigen Begleitung an unserm Firmament 17′ 24″, ohngefähr so viel als das Jupiterssystem, ein. Die Angaben der 2ten Col. mit 8681 multiplicirt, giebt die wahren Abstände der Trabanten vom ♄ in deutschen Meilen. Die sechs ersten Trabanten bewegen sich in der Ebene des Ringes; ihre Bahnen neigen sich daher gleichfalls 31° gegen die Ecliptik, und die elliptische Gestalt ihrer Bahnen muß mit der jedesmaligen Gestalt des Saturnringes übereinkommen. Die Bahn des VIIten Trabanten hingegen neigt sich mit der Ecliptik nur um 16 Grad, formirt also eine engere Ellipse, und ihre Durchschnittspuncte liegen auch 12° westlicher als die Bahnen von jenen.

382. Fig. 32. zeigt die Bahnen der Saturnstrabanten in gehörigem Verhältnisse. Saturn wirft der Sonne, die hier nach C hinausgesetzt wird, einen

*) In der mittlern Entfernung des ♄ von der Erde, wenn dessen Halbmesser 9″,6 und der Halbmesser des Ringes 22″ 5 erscheint.

Schatten gegen E. Zur Zeit der ☌ und ☍ des ♄ sehen wir ihn nach CE, und der Schatten liegt hinter seiner Kugel. Steht er aber 90° von der Sonne gegen Westen, nach Bn; und wenn er 90° von der Sonne nach Osten steht, nach Am. Im erstern Fall zeigt sich durch gute Fernröhre etwas vom Schatten des Saturns auf dem jenseitigen Theil des Ringes zur rechten, und im andern zur linken. ΩΩ ist die Durchschnittslinie für die Ebene der Bahn und der Ecliptik des VIIten und für die 6 innern Trabanten. Steht ♄ im 17° ♍ und ☊, so scheinen die 6 ersten, und wenn er 12° westlicher sich zeigt, der VIIte Trabant in einer geraden Linie sich zu bewegen; hingegen in allen übrigen Gegenden beschreiben sie mehr oder weniger offene Ellipsen um den Saturn, die im ♐ und ♊ am breitesten, bey den 6 innern in dem Verhältnisse der großen Axe zur kleinen wie 2:1, bey dem VIIten aber wie 4:1 erscheinen *).

383. Es ist wahrscheinlich, daß wir diese Monde blos deswegen so schwer erkennen, weil sie uns aus ihrer großen Entfernung nur ein von der Sonne erborgtes schwaches Licht zuwerfen. Sie sind auch nicht immer gleich helle, woraus zu folgen scheint, daß sie sich um ihre Axe wälzen, oder daß Veränderungen auf ihren Oberflächen vorgehen. Der 7te ist, wenn

*) S. Berliner Ephemeriden vom Jahr 1777.

er seinen grösten westlichen Abstand vom Saturn erreicht, grösser; zuweilen aber ist er sehr klein, und oft verschwindet er sogar, wenn er seinen grösten östlichen Abstand erreicht; doch soll ihn Herr Herschel durch sein 20füßiges Teleskop nie aus den Augen verlieren. Auch hat derselbe neulich aus einer bemerkten periodischen Lichtabnahme gefolgert, daß sich dieser Trabant in 79 Tagen 8 Stunden, also während der Zeit seines Umlaufs um den ♄, um seine Axe dreht.

384. **Uranus**, dieser entfernteste Hauptplanet, den wir kennen, ist erst im Jahr 1781 den 13 März von Herrn Herschel zu Bath in England durch einen glücklichen Zufall entdeckt *). Er steht gerade noch einmal so weit als Saturn von der Sonne, in einer Weite von fast 463000 Halbmessern der Erde, und legt seine große Laufbahn erst in 83 Jahren und 150 Tagen zurück. Er sieht die Sonne im Flächenraum 364mal kleiner als wir. Seine Größe übertrift die Größe der Erdkugel etwa 83mal. Von seiner Umdrehungszeit weiß man noch nichts.

385. Dieser, bisher als Planet unbekannt gebliebene Weltkörper, gleicht mit bloßen Augen vollkommen einem Fixstern sechster Größe, und ist auch, wie ich gefunden, wirklich ehedem zweymal als ein

*) S. meine Abhandlung: Von dem neu entdeckten Planeten, Berlin 1784; und meine astronomischen Jahrbücher seit 1784.

solcher angesehen worden: denn **Flamsteed** hat ihn zu Greenwich im Jahr 1690 im Stier, und **Tob. Mayer** in Göttingen im Jahr 1756 beym Wassermann bemerkt *). Wenn man seinen Ort genau weiß, so ist er leicht mit guten Augen zu erkennen, und nach einiger Zeit unterscheidet er sich durch seine Bewegung von den Fixsternen. Er hat im scheinbaren Durchmesser, wenn er bey der Sonne erscheint und 487200 Erdhalbmesser von der Erde steht, 3,7 Secunden; wenn er aber der Sonne entgegen kömmt, und der Erde auf 438600 Erdhalbmesser am nächsten ist, 4,1 Sec. **)

386. Herr **Herschel** hat im Jahr 1787 das Glück gehabt, zwey Monde beym **Uranus** zu entdecken. Sie sind nur bey starken Vergrößerungen in dem lichtvollen 20füßigen Teleskop zu sehen, und bisher nur noch von einigen Astronomen zu Paris durch ein 22füßiges Spiegelteleskop beobachtet worden. Herr **Herschel** bestimmt:

	Periodischer Umlauf.	Synodischer Umlauf.	Bewegung in 24 St.
I. Trab.	8 T. 16 St. 58′	8 T. 17 St. 1′	41°
II. ′	13 10 56	13 11 5	27

*) S. astron. Jahrb. f. 1784 und 1789.

**) Tafeln von ihm stehen im astron. Jahrb. f. 1787, und in Hrn. Wurm's Geschichte des neuen Planeten Uranus.

	Abstand vom Mittelpunct des Uranus.	
	In Halbmessern des Uranus.	Größter scheinbarer Abstand.
I. Trabant	16, 94	0′ 33″, 9
II.	22, 65	0 45 , 3

Ihre Bahnen, welche fig. 33. in gehörigem Verhältnisse zeigt, sollen gegen die Ecliptik eine fast senkrechte Stellung haben *).

387. Die bis jetzt betrachteten sieben **Haupt-** und vierzehn **Nebenplaneten** machen, außer den **Kometen** (s. 10ter Abschnitt), unser Sonnensystem aus, so viel wir nemlich von denjenigen planetischen Kugeln, die mit uns sich gemeinschaftlich um die Sonne schwingen, kennen. Denn sollte wirklich **Uranus** die äußersten Gränzen unserer Sonnenwelt bezeichnen? Hieran ist zu zweifeln, wenn man die großen Räume kennt, die noch zwischen ihm und den nächsten Fixsternen vorhanden seyn müssen (s. 11ter Abschnitt.) Vielleicht laufen noch einige Planeten jenseits der Uranusbahn immer von uns ungesehen um die Sonne **). Innerhalb der Bahn des Merkurs läßt sich wohl kein noch unbekannter Planet gedenken; allein, wenn man die

*) S. astron. Jahrb. f. 1793 Seite 104 u. f.

**) S. des Hrn. Wurm Aufsatz über mögliche Planeten und Kometen unsers Sonnensystems, in meinem astron. Jahrb. 1790. Seite 167 bis 171.

§. 301. bemerkten verhältnißmäßigen Abstände der Planeten von der Sonne betrachtet, so ergiebt sich auf einmal zwischen **Mars** und **Jupiter** ein in Vergleichung mit den Abständen der übrigen zu großer Raum, innerhalb welchem sich vielleicht ein bisher noch unbekannt gebliebener Planet aufhält.

388. Dies scheint auch aus einem gewissen Verhältniß, welches sich in den Abständen der bekannten sieben Planeten findet, zu folgen: Setzt man den Abstand des ♄ von der Sonne = 100, so ist, von der Sonne entfernt, beyläufig **Merkur** 4 solcher Theile,

Venus	—	—	4	+	3	= 7
die Erde	—	—	4	+	6	= 10
Mars	—	—	4	+	12	= 16

Nun aber kömmt eine Lücke, denn es fehlt ein Planet in dem Abstande — 4 + 24 = 28

hierauf folgt Jupiter	—		4	+	48	= 52
und Saturn	—		4	+	96	= 100
endlich Uranus	—		4	+	192	= 196

Fig. 34. stellt hiernach die mittlere verhältnißmäßige Entfernung der Planeten von der Sonne vor; in R müßte also der noch unbekannte Planet sich aufhalten.

389. Auch kennen wir vielleicht noch nicht alle **Monde** der uns bekannten Planeten. Verschiedene Astronomen wollten eine mondenähnliche Erscheinung bey der **Venus** bemerkt haben. Die Erde hat einen

Mond, und Jupiter auf einmal vier; sollte daher Mars ohne alle Begleitung seyn? Wer hätte glauben sollen, daß uns noch zwey Saturnstrabanten bis vor wenig Jahren unbekannt geblieben sind. Zwischen dem jetzigen 6. und 7ten Saturnsmond scheint noch Platz zu einem bis jetzt unbekannten zu seyn, wenn nicht gar noch außerhalb dem 7ten einer vorhanden ist. Daß endlich Uranus noch mehr als zwey Begleiter habe, ist wohl sehr wahrscheinlich.

390. Die **Berechnung der Entfernung der himmlischen Körper** setzt eine genaue Kenntniß ihrer Parallaxe voraus (167), und bey deren Ermangelung konnte das, was die alten Astronomen hierüber herausbrachten, nicht anders als sehr unvollkommen seyn. Dies zeigte sich selbst bey dem der Erde am nächsten stehenden Himmelskörper, dem **Monde**. Fast durchgehends setzten sie selbigen in einer viel geringern Weite, als die Neuern, zufolge der genauesten Beobachtungen, gefunden, weil sie dessen Parallaxe, wenn sie noch eine zum Grunde legten, zu groß annahmen.

391. Die größte **horizontale Parallaxe** des Mondes in der Erdnähe ist $= 61' 32''$, und die kleinste $53' 52''$. Innerhalb diesen Gränzen fällt demnach der Winkel a in dem parallactischen Dreyeck naT fig. 11. Der Halbmesser der Erde aT von $859\frac{1}{2}$ geographischen Meilen werde als überall gleich

groß, folglich die Erde kugelrund angenommen, so läßt sich aus einer jeden beobachteten horizontalen Parallaxe des Mondes die Entfernung desselben vom Mittelpunct der Erde, oder die Linie T a leicht berechnen; es ist nemlich $h = \frac{k}{\text{Sin. } a}$. Ist also die horizontale Parallaxe des ☾ 61′ 32″, so ist der Mond 48021, und ist dieselbe 54′ 2″, 54686 deutsche Meilen von uns. Und eben dazu dient in dem Dreyeck n T b die in einer gewissen Höhe des Mondes über dem Horizont entweder beobachtete, oder aus der horizontalen berechnete Parallaxe n b T.

392. Wegen der Abplattung der Erde aber wird auch bey einer unter dem Pol und Aequator gleich groß beobachteten horizontalen Parallaxe der Mond nicht gleich weit von der Erde stehen, weil bey dem parallactischen Dreyeck im erstern Stande ein kleinerer Erdhalbmesser als im letztern vorkömmt. (S. fig. 13. und §. 193.) Gesetzt, der Mond habe zu einer und der andern Zeit unter dem Aequator und den Polen im Horizont eine Parallaxe von 58′, so wird sein Abstand im erstern Fall 51012, und im letztern 50733 solcher Meilen seyn.

393. Es giebt verschiedene Methoden, die Höhenparallaxe des Mondes zu beobachten. Einige setzen die Richtigkeit der astronomischen Tafeln voraus; allein es ist sicherer, die Parallaxe unmittelbar aus

bloßen Beobachtungen und ohne Beyhülfe der Tafeln zu folgern.

394. Es sey fig. 35. NeSa der Umfang der Erde in einem Mittagskreise, und ae ihr Aequator. Der Mond stehe in L in der Ebene des Meridians am Himmel AB. Der leichteste Fall wäre nun, wenn ein Beobachter denselben im scheinbaren Horizont ru und ein anderer d zu gleicher Zeit im Zenith o erblickte, denn da würde das, was dem Bogen rd oder dem Unterschied der geographischen Breite beyder Oerter noch an 90° fehlt, der horizontalen Parallaxe des Mondes in r oder rLd gleich seyn: denn, wenn man Tt mit rL parallel zieht, so ist rLt = dTt, und das Maaß dieser Winkel der Bogen dt; nun hält aber rt 90°, und daher ist rd = rt — dt. Allein wie äußerst selten muß die Lage beyder Oerter mit einem zur Berechnung so bequemen Fall zusammen treffen? Es sey demnach in E ein Beobachter nordwärts vom Aequator, dessen Zenith nach Z hinaus, und ein anderer südwärts in F, dessen Zenith nach V geht, so findet ersterer den scheinbaren Abstand des Mondes vom Zenith = ZEL und letzterer VFL. Die Parallaxe in diesem Abstande ist für E, ELT = mLo; und für F, FLT = nLo. Beyde Parallaxen zusammen sind ELF oder nLm gleich, und dieser bleibt übrig, wenn man von der Summe des scheinbaren Abstandes des Mondes vom Zenith in E

und F, nemlich ZEL + VFL, den Bogen EF oder den Unterschied der geograph. Breiten beyder Oerter abzieht. Hätte der Mond eine unendliche Entfernung, oder keine Parallaxe, und würde also von T nach o, folglich von E und F nach D und G hinaus gesehen: so wäre ZED + VEG = ETF = dem Bogen vom Erdmeridian EF. Nun aber ist ZEL um DEL = der Parallaxe ELT, und VFL um GFL = der Parallaxe FLT größer als ZED und VFG, folglich die Summe beyder Parallaxen ELF oder nLm dem Unterschiede der Summe des Abstandes des Mondes vom Zenith in E und F, und der Entfernung beyder Oerter im Meridian EF gleich.

395. Da nun die Höhenparallaxe gefunden wird, wenn man die horizontale mit dem Sinus des scheinbaren Abstandes vom Zenith multiplicirt, so ist für E die Höhenparallaxe ELT = der horizontalen multiplicirt mit Sinus ZEL, und für F, FLT = der horizontalen multiplicirt mit Sinus VFL, also ihre Summe ELF = der horizontalen, multiplicirt mit der Summe der beyden Sinusse jener Abstände. Die horizontale Parallaxe des Mondes in L wird gefunden, wenn man den Winkel ELF, als die Summe der beobachteten Höhenparallaxe in E und F, durch die Summe der Sinusse beyder beobachteten scheinbaren Entfernungen vom Zenith dividirt. Der Un-

terschied der geograph. Breite beyder Oerter EF muß hiebey genau bekannt seyn. Es können aber auch beyde Beobachter ELF finden, ohne diesen Unterschied dabey anzuwenden, wenn sie nemlich den Abstand des Mondes von einem zugleich mit demselben culminirenden Fixstern auszumessen Gelegenheit haben. Gesetzt, die Parallellinien ED, FG, giengen nach diesem Fixstern, so wird aus E der Mond um DEL nach Süden, und aus F um GFL nach Norden, von demselben entfernt, im Meridian erscheinen. Aber DEL + GFL = ELF; und wenn noch der scheinbare Abstand des Mondes von den Scheitelpuncten Z und V bekannt ist, so findet sich nach obiger Regel die horizontale Parallaxe. Uebrigens ist hiebey noch vorher der Unterschied zwischen dem wahren und scheinbaren Zenith (193 und 201.), und die verschiedene Größe der Erdhalbmesser mit in Rechnung zu ziehen.

396. Wenn die Alten über den Abstand des Mondes von uns wenig Zuverläßiges zu bestimmen im Stande waren, so kann man dies um so eher in Ansehung der vielmal entferntern **Sonne** erwarten. Wenigstens hatten sie davon vor dem **Hypparchus** keine auch nur einigermaßen richtige Vorstellung. **Aristarch** glaubte z. B., daß die Parallaxe der Sonne nicht über 3 Min. gehen könne. Er sahe ein, daß der Erdhalbmesser zur Erfindung der Sonnen-

weite zu klein sey, und legte daher in dem hiebey vorkommenden Dreyeck eine viel größere Seite, nemlich den als bekannt angenommenen Abstand des Mondes von der Erde, zum Grunde.

398. Es sey fig. 36. T die Erde, S die Sonne, und LMV die Bahn des Mondes. Wenn nun der Mond kurz vor dem ersten Viertel, oder 90sten Grad Abstand von der Sonne, der in M liegt, in L steht, so machen Linien aus der Erde und Sonne an seinem Mittelpunct einen rechten Winkel TLS, und er erscheint schon wirklich halb erleuchtet. Wird alsdann seine scheinbare Entfernung von der Sonne LTS beobachtet und TL als bekannt angenommen, so ist in dem bey L rechtwinklichten Dreyeck TLS, TL und T bekannt, woraus sich der Abstand der Sonne TS durch $\frac{TL}{Cos.\ LTS}$ finden läßt. Unterdessen hält es schwer, die Zeit genau zu bestimmen, da der Mond gerade halb erleuchtet erscheint. LTS muß auch dem rechten MTS sehr nahe kommen, weil TS 400mal länger ist als TL. **Ricciolus** fand LTS 89° 30′, wenn der Mond genau halb erleuchtet erschien; also LST = 30′, und wenn TL = 60 Erdhalbmesser gesetzt wird, die horizontale Parallaxe der Sonne etwa 30 Sec. Ein anderer fand LTS nur 15′, also ist, nach dieser Methode, die Parallaxe der Sonne, und also auch ihre Entfernung, nur beyläufig zu schätzen.

399.

399. Da diese und andere Vorschläge der Alten demnach sehr unzuverläßig sind, den Abstand der Sonne zu finden, so suchten die Astronomen bey aller Gelegenheit Mittel hervor, um zu der in der ganzen Astronomie höchst wichtigen Kenntniß einer genauen Sonnenparallaxe zu gelangen. Sie fanden bald, daß diese immer geringer ausfiel, je richtiger das Verfahren bey der Untersuchung derselben war, **daß ihre Gränzen innerhalb einigen Secunden fallen müssen**, und folglich sehr genaue und mit den besten Instrumenten angestellte Beobachtungen voraussetze. Unterdessen verlohnte es sich sehr der Mühe, hierauf allen Fleiß zu verwenden; **denn wenn man die Entfernung der Erde von der Sonne aus einer richtigen Parallaxe der letztern bey uns kennt, so läßt sich bloß hiernach die Entfernung aller übrigen Planeten von der Sonne finden.** Der Grund hievon ist ein Verhältniß, welches sich zwischen den **periodischen Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne und ihren Abständen von derselben findet**, und von Kepler zuerst entdeckt worden ist. (S. den folgenden Abschnitt).

400. Die Sonnenparallaxe unmittelbar aus gleichzeitigen Beobachtungen des scheinbaren Abstandes der Sonne vom Zenith an zwey unter einem Meridian weit von einander liegenden Oertern zu suchen, ist

bey ihrer äußerst geringen Größe nicht rathsam; allein bey den Planeten, die uns zuweilen näher als die Sonne kommen, und alsdann eine größere Parallaxe wie sie haben, läßt sich unter andern jene Methode gebrauchen, und dann von der gefundenen Parallaxe des Planeten aus dessen und der Erde verhältnißmäßigen Entfernung von der Sonne die Parallaxe der letztern folgern. **Mars** in seinem Gegenschein bot hierzu Gelegenheit dar. **Cassini** und **Richer** fanden hiernach die Parallaxe des Mars $25\frac{1}{2}''$, woraus die Sonnenparallaxe etwa 10 Secunden folgt. **Flamsteed** brachte eben so viel heraus. **Pound** und **Bradley** bestimmten solche zwischen 9 und 12 Sec. **De la Caille** berechnete die horizontale Sonnenparallaxe aus seinen Beobachtungen auf $10\frac{1}{4}$ Sec.

401. **Venus** kömmt uns in ihrer untern ☌ noch um ein ansehnliches näher, als Mars im ☍. Allein es finden sich Schwierigkeiten, die Venus in ihrer untern ☌ wegen ihres nahen Standes bey der Sonne bey Tage zu beobachten. **Maraldi** verglich die Venus mit der Sonne, und fand den Unterschied beyder Parallaxen 33″. **Blanchini** folgerte aus vielen mit Fleiß angestellten Venusbeobachtungen die Sonnenparallaxe 14 Secunden. **De la Caille** bestimmte aus einer untern ☌ der Venus die horizontale Sonnenparallaxe auf $10\frac{1}{4}$ Secunden.

402. So weit waren die Astronomen über diese wichtige Untersuchung gekommen, als bey der 1761 und 1769 zu erwartenden seltenen Himmelsbegebenheit, nemlich die Venus in der untern ☌ vor der Sonne zu sehen, diese Parallaxe mit der größten möglichen Genauigkeit zu finden, im voraus die gegründeteste Hofnung war. Halley hatte diese Vortheile zuerst angekündigt, und dadurch die Aufmerksamkeit aller Sternkündigen auf diese Durchgänge erregt. Es ließ sich nicht allein alsdann die Venus unmittelbar mit der Sonne unter einerley und verschiedenen Meridianen an weit entlegenen Oertern vergleichen, sondern man fand noch bequemere Wege bey dieser Himmelsbegebenheit, vermittelst welcher man auch bey Voraussetzung der bey aller Vorsichtigkeit unvermeidlichen Fehler im Beobachten, dennoch die Parallaxe der Sonne mit einer großen Genauigkeit finden mußte. Der Nutzen, welchen sich die Sternkunde von diesen merkwürdigen Durchgängen der Venus versprach, ist im Ganzen der Erwartung gemäß ausgefallen. Man weiß nun aus denselben durch häufige Beobachtungen und Berechnungen, daß die Gränzen der horizontalen Sonnenparallaxe zwischen $8\frac{1}{2}$ und 9 Sec. liegen.

403. Herr de la Lande hat nun unter andern viele Wahrnehmungen des letztern Durchganges an verschiedenen Oertern durch Berechnungen Paarweise mit einander verglichen, und daraus die mittlere

horizontale Sonnenparallaxe auf 8″,5 bestimmt, welche als die der Wahrheit gewiß nahe kommende beyzubehalten ist, woraus sich nun die wirkliche Entfernung der Sonne von der Erde leicht finden läßt. Denn man darf nur den **Halbmesser der Erde = 1 durch den Sinus der Parallaxe dividiren, um die Sonnenweite in Erdhalbmessern zu haben.** Diese horizontale Parallaxe von 8″,5 gilt aber nur für den **mittlern Abstand** der Erde von der Sonne zu Anfange des Aprils und Octobers; im Anfang des Januars aber ist die Erde in ihrer **Sonnennähe**, und im Anfang des Julii in der **Sonnenferne**: daher ist wegen der Excentricität der Erdbahn die Sonnenparallaxe etwas veränderlich.

	Horizontale Sonnenparallaxe.	Abstand in Erdhalbmessern.	In deutschen Meilen, der Erdhalbmesser = 859½ Meil.
Am 1sten Januar	8″, 64	23852	20500800
— 1sten April und October	8 , 50	24260	20851500
— 1sten Julii	8 , 36	24667	21201300

404. Da nach §. 301. die **verhältnißmäßige Entfernung aller Planeten von der Sonne bekannt ist**: so läßt sich ihre **wahre** Entfernung **von derselben** in Erdhalbmessern finden, da man nun weiß, daß jenen 10000 Theilen, als der ange-

nommenen mittlern Entfernung der Erde von der Sonne, 24260 ihrer Halbmesser zukommen.

	Entfernung von der Sonne in Erdhalbmessern		
	kleinste	mittlere	größte
Merkur . .	7462	9391	11319
Venus . .	17426	17547	17668
Erde . . .	23852	24260	24667
Mars . . .	33525	36965	40405
Jupiter . .	120152	126220	132287
Saturnus .	218444	231457	244470
Uranus . .	440896	462924	484952

Aus dem mittlern Abstand der Planetenbahnen läßt sich ihr Umfang in Meilen beyläufig finden: und wird dieser, durch die Umlaufszeiten der Planeten (297.) in Secunden verwandelt, dividirt, so ergiebt sich, daß Merkur 6,7; Venus 4,9; die Erde 4,1; Mars 3,4; Jupiter 1,9; Saturn 1,3; und Uran 0,9 deutsche Meilen in einer Zeitsecunde zurücklegen.

405.

	Entfernung der Planeten von der Erde in Erdhalbmessern *)	
	größte	kleinste
Merkur . . .	33651	14869
Venus . . .	41807	6713
Mars . . .	61225	12705
Jupiter . . .	150480	101960
Saturnus . .	255717	207197
Uranus . . .	487184	438664

*) Die mittleren Entfernungen von der Sonne zum Grunde gelegt.

Merkur und **Venus** sind nemlich in ihrer obern ☌ mit der Sonne um den Halbmesser ihrer Bahnen weiter, und in ihrer untern ☌ um eben so viel näher als die Sonne, bey uns. **Mars**, **Jupiter**, **Saturn** und **Uran** hingegen sind in ihrer ☌ mit der Sonne um den Halbmesser der Erdbahn weiter, und in ihrer ☍ um eben so viel näher bey uns, als ihre mittlere Entfernung von der Sonne austrägt. Wegen der Excentricität der Bahnen sind diese Entfernungen nicht allemal die nemlichen.

406. Nach den Regeln der Sehekunst müssen sich die **wahren Durchmesser** zweyer gleich weit entfernter Himmelskörper gegen einander verhalten, wie ihre in die Augen fallenden **scheinbaren**, weil bey denselben die Gesichtswinkel, wie dies bey der Sonne und dem Mond der Fall ist, höchstens etwa nur einen halben Grad austragen. In fig. 37. sey CF die Entfernung, aus welcher die beyden Planetenkugeln C und F gesehen werden, so wird die größere C aus F unter dem Winkel AFB, und die kleinere F aus C unter DCE erscheinen. Es verhalten sich aber diese Winkel, da sie nur klein sind, wie AB zu DE, und eben so stehen die halben Sehewinkel mit den wahren Halbmessern der Kugeln im Verhältniß. Ist aber der Abstand zweyer Planeten von der Erde ungleich, so verhält sich der wahre Durchmesser des nähern zum wahren Durchmesser des entferntern, wie das Pro-

duct des Sehewinkels und der Entfernung von beyden gegen einander. Erscheinen endlich zwey Himmelskörper in ungleichen Entfernungen von der Erde von gleicher Größe, so zeigt schon die 2te Figur, daß der entferntere s gerade so vielmal im Durchmesser grösser seyn muß, wie der nähere m, als er weiter weg ist.

407. Nach der 37sten Figur läßt sich ferner deutlich zeigen, daß die bekannte horizontale Parallaxe und der scheinbare Durchmesser eines Himmelskörpers in einem gewissen Abstande von der Erde, auf das beständige Verhältniß des wahren Durchmessers der Erde und dieses Himmelskörpers führen. Denn es sey C der Mittelpunct der Erde und F des Mondes, so ist DCE der scheinbare Durchmesser des Mondes, von der Erde, und AFB der scheinbare Durchmesser der Erde, vom Monde aus gesehen. Dieser letzte Winkel ist der doppelten Horizontalparallaxe des Mondes bey uns oder AFC + BFC gleich, also **der scheinbare Durchmesser der Erde aus einem Durchmesser gesehen, ist der doppelten Horizontalparallaxe desselben bey uns gleich, und der wahre Durchmesser der Erde verhält sich zum wahren Durchmesser eines Himmelskörpers wie dessen doppelte Horizontalparallaxe zum scheinbaren Durchmesser.**

408. Nach §. 349. hat der Mond 32′ 46″,6 im scheinbaren Durchmesser, wenn seine horizontale Pa-

parallaxe 60 Min. austrägt. Demnach giebt 2 . 60′ : 32′ 46″,6 oder 7200″,0 : 1966″,6 = 1 : 0,27 das Verhältniß des wahren Erddurchmessers zum Monddurchmesser. Eben so ist die horizontale Parallaxe der Sonne 8″,5 in ihrem mittlern Abstande von der Erde, und ihr scheinbarer Durchmesser trägt alsdann 32′ 3″,4 aus *), folglich verhält sich der Erddurchmesser zum Sonnendurchmesser wie 2 . 8″,5 : 32′ 3″,4 oder wie 170 : 19234, d. i. wie 1 : 113,14; also fassen 113 Erddurchmesser nur einen Sonnendurchmesser. Aus diesem und dem obigen Verhältniß folgt: daß sich der Monddurchmesser zum Sonnendurchmesser verhält wie 0,27 : 113,14 oder 27 : 11314 = 1 : 419. Da nun zufälligerweise Mond und Sonne an unserm Firmament oft genau von gleicher Größe erscheinen, so muß nach fig. 2. alsdann die Sonne gerade 419mal weiter von uns weg seyn, als der Mond; und da 1 : 0,27 = 419 : 113, so ist der Mond 113,14 Monds- und die Sonne 113,14 Sonnenkugeln von der Erde entfernt.

409. Die Planeten haben aber nur einen geringen scheinbaren Durchmesser und eine noch geringere Parallaxe, so daß sich aus diesen beyden Stücken schwerlich mit einiger Zuverläßigkeit das Verhältniß

*) Nach Hrn. von Zachs Sonnentafeln ist der scheinbare Durchmesser der Sonne in ihrer Erdnähe 32′ 35″,8 und in ihrer Erdferne 31′ 31″,0.

ihres wahren Durchmessers zum Erddurchmesser finden lassen würde. Man hat daher, statt der Parallaxe, den bekannten scheinbaren Durchmesser der Erde, aus der Sonne gesehen, gleich der doppelten Horizontalparallaxe der Sonne 17″,0 und ihren Abstand von der Sonne, mit dem verhältnißmäßigen Abstand des Planeten von der Erde und dessen beobachteten scheinbaren Durchmesser verglichen. **Das Product der beyden ersten steht alsdann mit dem Product der beyden letzten in dem zu suchenden Verhältniß der wahren Durchmesser** der Erde und des Planeten, oder zu mehrerer Erleichterung der Rechnung werden die in einem gewissen Abstande des Planeten von der Erde aus gemessenen scheinbaren Durchmesser, sämtlich auf ihre Größe aus einer Entfernung, die der mittlern Entfernung der Sonne gleich ist, betrachtet, reducirt: **denn alsdann werden sich nach** fig. 37. **die scheinbaren Durchmesser der Planeten geradehin gegen einander wie die wahren verhalten.**

410.

	Beobachteter scheinbarer Durchmesser in der größten Erdnähe.	Scheinbarer Durchmesser aus der mittl. Entfernung der Sonne von der Erde gesehen.	Wahrer Durchmesser in deutschen Meilen.	Verhältniß gegen den Erddurchmesser.	Größe in Vergleichung gegen die Erde.	
Mond . .	33′ 31″, 0	4″, 6	465	0, 27	50mal	kl. als die Erde
Merkur . .	12 , 2	6 , 9	697	0, 40	16mal	
Mars . . .	27 , 2	10 , 3	1041	0, 60	$4\frac{3}{5}$mal	
Venus . .	61 , 4	16 , 7	1688	0, 98	etwa $\frac{1}{10}$mal	
Erde . . .	180 Grad	17 , 0	1719	1, 00		
Uranus . .	4″, 1	1′ 14 , 4	7528	4, 38	83mal	gr. als die Erde
Saturnus .	21 , 4	2 51 , 7	17362	10, 10	1030mal	
Jupiter . .	49 , 0	3 13 , 5	19566	11, 38	1474mal	
Ring des ħ .	50 , 1	6 40 , 7	40518	23, 58		
Sonne . .	32′ 36″, 0	32 3 , 4	194490	113, 14	1448079mal	

411. Eine Kanonenkugel geht in einer Secunde 600 Fuß weit. Sie hätte aber aus der Sonne zu fliegen (die mittleren Entfernungen vorausgesetzt) nach dem ☿ $9\frac{1}{2}$, der ♀ 18, der Erde 25, dem ♂ 38, dem ♃ 130, dem ♄ 238, und dem ♅ 479 Jahre; hingegen von der Erde bis zum Mond würde sie nur 23 Tage gebrauchen. Ferner: das Licht pflanzt sich mit unbegreiflicher Geschwindigkeit in einer Secunde wenigstens 41000 Meilen fort, und gleichwohl braucht es von der Sonne bis zum ☿ 3′ 8″, zur ♀ 5′ 52″, zur Erde 8′ 7″, zum ♂ 12′ 22″, zum ♃ 42′ 13″, zum ♄ 1 St. 17′ 25″, und zum Uranus 2 Stund. 35′ 42″; vom Mond zu uns aber nur etwa eine Secunde. Neun Kugeln von folgenden Durchmessern in Zollen stehen im Verhältniß der Größen des Mondes, der Planeten und der Sonne, $\frac{1}{4}$; $\frac{2}{5}$; $\frac{3}{5}$; 1; 1; $4\frac{2}{5}$; $10\frac{1}{10}$; $11\frac{2}{5}$; 113 *). Die Summe der wahren Durchmesser aller sieben Hauptplaneten trägt nach der vorigen Tafel 28,82 aus; der Sonnendurchmesser aber hat 113,14, ist also noch 4mal größer; endlich alle Planeten zusammen genommen sind 2589, die Sonne aber ist 1448079mal größer als die Erde.

*) S. die zweite Kupfertafel in meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels.

Achter Abschnitt.

Von den Gesetzen der Bewegung und den Wirkungen der Centralkräfte beym Lauf der Planeten; von der Schwere auf der Erdoberfläche und im Planetensystem; wechselseitige Anziehung, Masse und Dichtigkeit der Planeten; verschiedene Erscheinungen der Wirkung einer allgemeinen Anziehungskraft ꝛc.; Bestimmung der Planeten.

412.

Kepler kam zuerst auf die Gedanken, daß die Bahnen der Planeten vom Circulskreise abweichen, wozu ihm vornemlich die häufig angestellten Untersuchungen über den Lauf des Mars, der, seiner Nähe bey der Erde und sehr beträchtlichen Excentricität wegen, hiezu besonders geschickt war, veranlaßten. Er fand nemlich aus Tychonischen Beobachtungen, daß die Oerter und jedesmaligen Entfernungen dieses Planeten von der Sonne, in verschiedenen Gegenden seiner

Bahn keinesweges mit der Voraussetzung einer circulirenden Bahn in Uebereinstimmung zu bringen waren, denn die Beobachtungen weichen zuweilen um 10 bis 11 Grad hievon ab. Er suchte besonders diese Entfernung in drey beträchtlich von einander liegenden Puncten der Marsbahn, nebst den dazu gehörigen heliocentrischen Längen, zur Bestimmung der Gestalt und Größe derselben.

413. Es sey fig. 26. S die Sonne, M der Mars, a und C zwey Oerter der Erde zur Zeit, da Mars sich in dem nemlichen Punct seiner Bahn oder in einer gleichen Entfernung von der Sonne SM befindet. In aSC sind aS und CS nemlich die Entfernungen der Erde von der Sonne bekannt, nebst aSC, als dem Unterschied der beyden Längen der Erde in a und C. Hieraus finden sich SaC, SCa und aC; MaS ist der beobachtete Längenunterschied des Mars und der Sonne, und MaS — CaS = MaC, das von CaS subtrahirt; ferner ist SCM — SCa = MCa. Nun sind in MCa zwey Winkel und die Seite aC bekannt, woraus sich die beyden Entfernungen des Mars von der Erde aM und CM finden lassen. Endlich ist in MaS, Ma und aS so wie MaS bekannt, wodurch die gesuchte Entfernung des Mars von der Sonne SM, imgleichen MSa sich ergiebt. Wird nun MSa zur heliocentrischen Länge der Erde in a addirt, so kömmt die verlangte heliocentrische

Länge des Mars in M. Hiernach brachte Kepler verschiedene Abstände des Mars von der Sonne, und endlich die Excentricität der Bahn desselben heraus.

414. Als er nun die Marsbahn circulat fig. 23. PaAb mit dem Halbmesser cr voraussetzte, und die Excentricität derselben nc annahm, ließ sich ncr, in welchem nc, cr und der Winkel rnc = dem Abstand des Mars vom Aphelio nA, die Seite nr = wahrer Abstand des Planeten von der Sonne finden; und auf eine ähnliche Art wurden mehrere wahre Abstände gefunden. Der Erfolg zeigte, daß die beobachteten kleiner ausfielen, als die nach der Kreishypothese berechneten, und die Unterschiede wurden immer größer, je näher die Beobachtungen der Gegenden bey a und b lagen: also mußte dort herum die Bahn von der Circulrundung am meisten abweichen und abgeplattet seyn. Nachdem nun Kepler eine Ellipse, als die regelmäßigste unter allen Ovalen, angenommen, trafen die berechneten Oerter und Entfernungen des Mars mit der Beobachtung genau zusammen. Nachher wurde auch von andern Astronomen durch viele angestellte Untersuchungen außer Zweifel gesetzt: **daß alle Hauptplaneten wirkliche Ellipsen im Weltraum beschreiben, deren einer und gemeinsamer Brennpunct die Sonne ist.** Diese elliptischen Laufbahnen sind nicht allein aus Beobachtungen zu erkennen, sondern auch aus den Gesetzen

der allgemeinen Anziehungskräfte im Sonnensystem zu beweisen.

415. Es ist bereits im §. 301. die **Excentricität der Planetenbahnen in Theilen, deren der mittlere Abstand der Erde von der Sonne 10000 hat**, und hiernach die **kleinste, mittlere und größte Entfernung der Planeten von der Sonne** angegeben. Wie solche gefunden sind, wird im folgenden §. gezeigt. Nimmt man aber die mittlere Entfernung eines jeden Planeten von der Sonne, oder die halbe große Axe seiner elliptischen Bahn, zu 10000 Theilen an, so zeigt die folgende Tafel **alle Planeten in abnehmender Excentricität ihrer Bahnen**; ferner die **Excentricität** selbst, und dann die **Länge der kleinen Axe einer jeden Bahn** (die große = 20000).

Merkur . .	2055, 13	19573
Mars . . .	930, 88	19913
Saturn . .	562, 22	19968
Jupiter . .	480, 77	19977
Uranus . .	475, 87	19977
Erde . . .	168, 02	19997
Venus . .	68, 84	19999, 6

Hieraus folgt, daß auch die Bahnen derjenigen Planeten, deren Excentricität am beträchtlichsten ist, nicht viel vom Kreise abweichen. Aus der bekannten Excentricität nc und der mittlern Entfernung na

läßt sich die halbe kleine Axe cd finden, nemlich $(cd)^2 = (nd)^2 - (nc)^2$.

416. Das **zweite Gesetz** ist nicht weniger wichtig. Es ist nemlich das Verhältniß, welches sich zwischen dem Umfange der Planetenbahnen und der Zeit, in welcher sie solche vollführen, findet. Z. B. **Jupiter** ist nur fünfmal weiter von der Sonne als die Erde, und dessen Bahn hat folglich einen fünfmal größern Umfang als die Erdbahn; gleichwohl braucht er eine 12mal längere Zeit, um solche zu vollenden, und **Saturn** legt eine 10mal größere Bahn erst in einer 30mal längern Zeit zurück. **Kepler** stellte manche Vergleichungen über die periodischen Umläufe und Abstände der Planeten an. Endlich entdeckte er glücklich, daß die **Quadrate der periodischen Umlaufszeiten zweyer Planeten sich gegen einander verhalten, wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne**; und eben dies Gesetz findet auch bey den **Nebenplaneten** in Ansehung ihrer Hauptplaneten statt.

417. Beyspiel: An der **Erde** und **Jupiter**.

Umlauf der ♁ 365 Tage □ 133225
" des ♃ 4330 " □ 18748900
Entf. der ♁ von der ☉ = 1000 Cub. 100.0000000
" des ♃ " " ☉ = 5201 " 14068.9135601

Nun 133225 : 18748900 = 100 : 14069 beynahe.

Hieraus ergiebt sich, wie die Astronomen nach §. 302.

die

die mittlere Entfernung aller Planeten von der Sonne verhältnißmäßig gefunden, da die Entfernung der Erde zu 10000 angenommen worden. Z. B. für Jupiter: Die Quadratzahl der Umlaufszeit der Erde verhält sich zur Quadratzahl der Umlaufszeit des Jupiters *), wie der Cubus von 10000 zur 4ten Proportionalzahl, aus welcher die Cubikwurzel gezogen, die mittlere Entfernung des Jupiters von der Sonne giebt. Uebrigens kannte Kepler schon die verhältnißmäßigen Entfernungen der Planeten von der Sonne beyläufig unter andern aus Beobachtungsmethoden, die im §. 316. im Allgemeinen vorgestellt worden.

418. Das dritte von Kepler entdeckte Gesetz der Bewegung der Planeten ist: Die Zeiten, die ein Planet anwendet, einen Theil seiner elliptischen Bahn zu durchlaufen, verhalten sich gegen einander, wie die Sectores oder Räume der elliptischen Ebene zwischen den zurückgelegten Bögen und dem Brennpuncte (der Sonne). Oder die jedesmal vom Planeten zur Sonne gehende Linie schneidet in gleichen Zeiten gleich große Raumebenen von seiner elliptischen Bahn ab. Kepler bewies diesen Satz nur sehr unvollkommen;

*) Hier werden die Syderalumläufe genommen.

allein nach ihm lehrte Newton zuerst, daß derselbe eine nothwendige Folge der allgemeinen Gesetze der Bewegung sey. Kepler mußte schon aus der Wahrnehmung, daß die entferntern Planeten langsamer als die nähern laufen, der Sonne eine ungleiche Wirkung auf ihre Bewegung zuschreiben; und da er ferner fand, daß die Geschwindigkeit eines Planeten im Aphelio oder Perihelio gerade in dem Verhältniß seiner dortigen Entfernung von der Sonne zu- oder abnimmt, so führte ihn dies auf die Wahrheit, daß die zurückgelegten Raumebenen der Planetenbahnen, und nicht die Bögen derselben, den Zeiten proportional sind.

419. In fig. 38. sind E und S die beyden Brennpuncte der Ellipse A K P H; in S steht die ☉. Demnach ist der Planet in P im Perihelio, und in A im Aphelio. Um den andern Brennpunct E wird bey dieser Hypothese die Bewegung gleichförmig gesetzt; oder daß der Planet, aus E betrachtet, in gleichen Zeiten gleiche Winkel beschreibt. Zieht man LER und MED, so sind die Winkel an E, nemlich LEM und DER, gleich: und daher werden LM und DR von dem Planeten in gleichen Zeiten zurückgelegt. Werden noch SL, SM, SD und SR gezogen, so läßt sich leicht zeigen, daß die elliptischen Ausschnitte SDR und SLM einander dem Raume nach gleich sind. Setzt man z. B. an E die Winkel IEK und GEH mit LEM und DER gleich groß, und zieht

Linien von S nach I und K, G und H, so sind die Sectores ISK und GSH unter sich und mit LSM, SDR gleich groß. Bögen wie DR, HG, ML und IK, werden daher von einem Planeten in einer gleichen Zeit zurückgelegt, und diese nehmen mit der Annäherung gegen das Perihelium zu: also bewegt sich der Planet immer schneller, je näher er der Sonne kömmt.

420. Ein sehr deutlicher Beweis der Richtigkeit dieses Satzes sind die jährlich veränderlich scheinbaren Durchmesser und stündlichen Bewegungen der Sonne. Jener ist in der Erdferne am 1sten Jul. 31′ 31″, und in der Erdnähe am 1sten Jan. 32′ 36″; daher verhält sich die Entfernung der Sonne von der Erde im Winter zur Entfernung im Sommer, wie 31′ 31″ : 32′ 36″, oder wie 1891 : 1956. Nun ist die stündliche Bewegung der Sonne am 1sten Januar 2′ 33″. Setzt man daher 1956 : 1891 = 2′ 33″, so müßte hieraus die stündliche Bewegung am 1sten Jul. sich ergeben, wenn die wahre Bewegung der Erde im Bogen ihrer Bahn durchaus gleichförmig bliebe, und letztere nur in dem Verhältnisse der verschiedenen Entfernungen der Sonne sich veränderlich zeigte; allein jener Satz giebt 2′ 28″; die beobachtete stündliche Bewegung der Sonne am 1sten Jul. aber ist 2′ 23″, woraus augenscheinlich sich ergiebt, daß die Erde alsdann, da sie ihre größte Entfernung von der Sonne erreicht

langsamer geht, oder einen kleinern Bogen ihrer Bahn, als im Winter, bey ihrer größten Sonnennähe in einer gleichen Zeit zurücklegt. Steht man die Entfernung der Erde im Perihelio P und Aphelio A fig. 38. als Kreishalbmesser SP und SA an, so sind die Bögen der beobachteten stündlichen Bewegung 2′ 33″, und 2′ 23″ = DR und LM von ihrem Umfange der 8470 und 9063ste Theil. Aus dem Halbmesser 1891 ergiebt sich dieser Umfang 11881 und aus 1956 folgt derselbe 12290 solcher Theile; von jenen ist der 8470ste Theil = 1,403 = DR, und von diesen der 9063ste = 1,356 = LM; und nun wird bis auf eine Kleinigkeit 1,403 . 1891 = 1,356.1956, oder DR.SP = ML.SA.

421. Daß die zurückgelegten elliptischen Sectores den Zeiten proportional sind, ist durch viele Beobachtungen bestätigt worden. Kepler wendete anfangs diesen Satz nur bey den excentrischen Kreisen, in welchen die Planeten nach der Meinung einiger alten Astronomen laufen, an; in der Folge aber trug er denselben auf die von ihm entdeckten elliptischen Laufbahnen über, und stellte jeden elliptischen Sector durch die mittlere Anomalie vor, weil diese gleichfalls den Zeiten proportional gesetzt wird. Allein es konnte hievon nicht eher ein förmlicher Beweis geführt werden, als bis man annahm, daß die Planeten ihre Bahnen vermittelst zweyer zusammen-

gesetzter und nach zwey verschiedenen Richtungen wirkender Kräfte beschreiben. Nach der erstern geht die Bewegung geradlinigt und gleichförmig vor sich; nach der zweiten aber muß der Planet beständig von dieser Richtung durch eine der Sonne eigenthümliche Anziehungskraft abgelenkt, und gegen sie, als den Brennpunct seiner Bahn, geführt werden. Diese letztere Anziehungskraft der Sonne ist von **Newton** bewiesen.

422. Nach mechanischen Grundsätzen wird 1) ein jeder in Bewegung gesetzter Körper sich beständig in einer geraden Linie nach der Richtung des anfangs erhaltenen Stoßes mit gleicher Geschwindigkeit fortbewegen, wenn ihn nichts daran hindert. Wenn 2) ein Körper von zweyen Kräften, die nach verschiedenen Richtungen unter einem gewissen Winkel auf ihn wirken, zugleich getrieben wird, so befolgt er die Diagonallinie eines Parallelogramms in eben der Zeit, da er die Länge einer der Seiten desselben von einer jeden Kraft besonders zurückgelegt haben würde. Es sey fig. 39. ein Planet in P, und habe ein Bestreben erhalten, nach PQR fortzulaufen, so wird er, dieser Bewegung gemäß, seinen Weg geradlinigt und mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortsetzen. Nun wirke aber die anziehende Kraft der Sonne S auf ihn nach der Richtung QS und mit einer Stärke, welche QT ausdrückt, so wird der Planet von seiner eigenen Bewegung und dieser Wirkung der Sonne zugleich,

getrieben, QV, die Diagonallinie in dem Parallelogramm QRVT, beschreiben, dessen Seiten QR und QT die Größe jener Kräfte andeuten, und folglich nach einer Minute in V anlangen *). Ein Beweis, **daß die Planeten in gleichen Zeiten gleich große Raumebenen ihrer Bahnen beschreiben.**

423. Denn gesetzt, SPQ wäre der von dem Radius vector SP bey der Fortrückung des Planeten von P nach Q zurückgelegte Raum in der ersten Minute, so würde, wenn er, der ursprünglichen Bewegung allein überlassen, von Q bis R in der folgenden Minute liefe, auch SRQ der zurückgelegte Raum für eben diesen Zeittheil seyn. Es sind aber die Dreyecke SPQ und SQR dem Inhalte nach gleich, denn sie haben gleiche Grundlinien PQ und QR, und gleiche Höhe = Sr; demnach müßte auch schon hiebey der Radius vector des Planeten in gleichen Zeiten gleich große Räume beschreiben, allein er würde sich dabey ins Unendliche von der Sonne entfernen. Da er unterdessen zugleich von derselben angezogen, statt von Q nach R, nach V geführt wird, so ist SQV statt SQR der zurückgelegte Raum. Nun haben aber auch die Dreyecke SQV und SQR einen gleichen Flächen-

*) Es wird hier nur ein kleiner Zeittheil angenommen, um den demselben zukommenden sehr kleinen Theil der Bahn eines Planeten als geradlinigt ansehen zu können.

inhalt; beyde stehen auf einer Grundlinie QS und zwischen gleichen Parallelen QS und Rm. Daher ist der Beweis richtig, daß der sehr kleine Flächenraum, welchen der Radius vector eines Planeten in der ersten Minute beschreibt, dem in der folgenden gleich sey; und da diese Gleichheit während der ganzen Umlaufszeit fortdauert, so ist dies Gesetz der Bewegung aus zweien auf den Planeten wirkenden Kräften für alle Puncte seiner Bahn und alle folgende Zeiten mit eben der Leichtigkeit bewiesen. Es kann sich hierin nichts ändern, so lange nicht eine fremde Kraft jene anfängliche Gleichförmigkeit des Planetenlaufs in einem und dem zunächst folgenden Augenblick nach der geraden Richtung PQR stört.

424. Die **Schwere** ist eine allgemeine Eigenschaft aller Körper, und besteht in einer Neigung derselben, sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern, oder allemal senkrecht gegen die Oberfläche der Erde mit einer unsichtbaren Kraft zu fallen, wenn sie sich frey überlassen sind. **Galiläus** hat das Gesetz der Geschwindigkeit ihres Falles entdeckt.

Ein Körper fällt nahe an der Oberfläche der Erde:

In der 1sten Sec.	15 Fuß,	durchgef. Räume	1
: : 2ten :	45 :	: :	3
: : 3ten :	75 :	: :	5
: : 4ten :	105 :	: :	7
Größe d. Falls n. d. 4ten Sec.	240 Fuß	: :	16

Demnach verhalten sich die Räume vom Anfange des Falles, wie die Quadrate der Zeiten 1. 3. 5. 7., also, daß die Geschwindigkeit des Falles immer zunimmt.

425. Die genaue Größe des Falles der Körper in der ersten Secunde hat man nicht allein durch wirkliche Versuche zu bestimmen gesucht, sondern sie läßt sich auch durch folgenden von **Huygen** erfundenen und bewiesenen Lehrsatz aus der genau beobachteten Länge eines Secunden-Penduls berechnen. **Das Quadrat vom Durchmesser eines Kreises verhält sich zum Quadrat der Peripherie desselben, wie die halbe Länge eines Secunden-Penduls zur Länge, durch die ein Körper in einer Secunde herunterfällt** *). Nun ist z. B. die halbe Länge des Secundenpenduls zu Paris 18 Z. 4,28 Linien, und folglich daselbst der Fall eines Körpers in einer Secunde 15 Fuß 1 Zoll 2 Linien. Wegen der ungleichen Länge der Secundenpenduln auf

*) Oder der Umfang verhält sich zum Durchmesser, wie die Zeit eines sehr kleinen Pendulschwungs oder 1 Sec. zur Zeit, die ein Körper braucht, die halbe Länge des Secundenpenduls senkrecht herunter zu fallen. Demnach $355 : 113 = 1 \text{ Sec.} : 19''',1$. Nun sind aber die zurückgelegten Räume den Quadraten der Zeiten proportional, folglich $(19''',1)^2 : (60''',0)^2 = 18 \text{ Z. } 4,28 \text{ Lin.} : 15 \text{ Fuß } 1 \text{ Z. } 2 \text{ Lin.}$ = dem Fall des Körpers in einer Secunde.

der Erdoberfläche ist die Größe des Falls nicht überall gleich. Sie findet sich unter dem Pol 15 Fuß 1 Zoll 8 Linien, und unter dem Aequator 15 F. 0 Z. 7 L.

426. Die Körper fallen demnach unter dem Aequator mit einer geringern Kraft der Schwere nieder, als unter den Polen, wovon die Ursache von der durch den größten Umschwung der Erde daselbst bewirkten Fliehkraft, welche der Schwere entgegen wirkt, herzuleiten ist. Die Größe der Schwerkraft, womit ein Körper nach vorigen Verhältnissen fällt, oder die Oberfläche der Erde druckt, ist allemal seinem Gewichte gleich; demnach müssen die Körper unter dem Aequator etwas leichter werden. Es sind demnach Gründe vorhanden, zu glauben, daß die Schwere sich verringere, je weiter man sich von der Erde entfernt; und Newton hat die wichtige Entdeckung gemacht, **daß die Schwere der Körper mit dem Quadrat der zunehmenden Entfernung vom Mittelpunct der Erde abnimmt.** Allein diese Abnahme trägt auch auf dem Gipfel des höchsten Berges der Erde nur erst den 5ooften Theil aus.

427. Die Schwere treibt um die ganze Erde herum alle fallende Körper senkrecht gegen die Oberfläche der Erde, so daß, wenn sie daselbst nicht aufgehalten würden, im Mittelpunct derselben ankommen und liegen bleiben müßten, weil nach demselben die Richtung ihres Falles geht (den Erdkörper kugelrund be-

trachtet). Hier wird folglich ihre Schwere völlig aufhören, und daher muß ihr Gewicht abnehmen, je näher sie innerhalb der Erdkugel dem Mittelpunct kommen. Aus dieser Voraussetzung, nebst dem, was oben von den Beobachtungen und Berechnungen der Naturforscher über die Verminderung der Schwere in der Höhe gesagt worden, folgt, daß die Schwerkraft aller Körper auf der Erdoberfläche am stärksten wirkt.

428. Bisher ist bloß von dem Fallen der Körper, bey welchen lediglich die Kraft der Schwere auf dieselben wirkt, und sie auf dem kürzesten Wege, das ist senkrecht, gegen die Oberfläche der Erde treibt, geredet worden. Wenn aber ein Körper noch durch eine andere seitwärts gehende Kraft in Bewegung gesetzt wird, so beschreibt er während seines Fallens, von beiden zugleich getrieben, eine krumme Linie, z. B. ein schräge in die Höhe geworfener Stein. Diese Wurfbewegung bringt die vom **Mittelpunct fliehende Kraft** (Centrifugalkraft) hervor, und der Stein würde, von derselben allein getrieben, sich in der geraden Linie, nach deren Richtung er geworfen wurde, beständig fortbewegen und von der Erde entfernen, wenn nicht zugleich die **Schwerkraft** (Centripetalkraft) ihn von dieser geraden Richtung zur Erde zurücktriebe; indem er also beyden Kräften folgt, nimmt er einen bogenähnlichen Flug.

429. Die allgemeine Schwerkraft aller Theile der Erdoberfläche, nach welcher dieselben dem gemeinschaftlichen Mittelpunct gleich nahe zu kommen eine Neigung haben, hat unsern Erdkörper rund gebildet. Seine Länder und Meere erhielten eine gemeinschaftliche gleich starke Ründung, und kamen gegen einander in Gleichgewicht. Nur bey der täglichen Umwälzung der Erde äußerten vornemlich die Theile um den Aequator, durch eine hieraus entstehende Schwungkraft ein Bestreben, sich vom Mittelpunct etwas mehr wie die übrigen zu erheben, und die Erde wurde eine gegen ihre Pole abgeplattete Kugel. Diese Fliehkraft vermag aber nichts mehr, als daß sie die Schwere der Körper unter dem Aequator um etwa 289mal verringert, wie die Astronomen aus dem Abstand und der Umlaufszeit des Mondes, verglichen mit der Umdrehungszeit der Erde, mit Zuziehung des zweiten Keplerschen Lehrsatzes (§. 416.), berechnet haben.

430. Die Wirkungen der Schwerkraft auf der Erdoberfläche und die Bemerkung, daß sie sich auf den Gipfel der höchsten Berge nicht sehr merklich vermindern, hat die Naturforscher zuerst auf die Vorstellung gebracht, daß ein solches Bestreben der Körper, sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern, wohl noch in größern Entfernungen außerhalb der Erde statt finden müsse, und sich vielleicht bis zum Monde

oder noch weiter erstrecken könne; daß auch noch dieser Trabant gegen die Erde eine Schwere habe und herabfallen würde, wenn er nicht von einer anfangs ihm mitgetheilten Wurfbewegung, die ihn seitwärts forttreibt, in seiner Bahn (wie ein Stein nahe bey der Erdoberfläche in der Luft eine Zeitlang) erhalten würde; daß auf allen Himmelskörpern eine ähnliche Schwerkraft die Materie zum Mittelpunct drängt, und ihre kugelähnliche Gestalt bildet; daß **Jupiter, Saturn** und **Uran** ihre **Monde** gleichfalls wie die **Erde** den **ihrigen**, vermittelst der in ihrer Nachbarschaft noch wirksamen Schwere, um sich herumführen; daß die große **Sonne** ihre **Planeten** und **Kometen** durch eine mächtige Anziehungskraft in kreisähnlichen Bahnen fortführe; und endlich die Planeten gegen einander eine wechselseitige Anziehung äußern ꝛc.

431. **Anaxagoras, Democritus, Plutarch,** und andere, haben schon dies allgemeine Streben der Materie gegen einen gemeinsamen Mittelpunct angenommen. **Copernicus** schrieb die runde Gestalt der Himmelskörper dieser Schwerkraft zu. **Tycho** selbst mußte der Sonne eine Centralkraft beylegen, welche die Planeten in ihren Bahnen erhielte und um sich herumlenkte. Der scharfsinnige **Kepler** bewies, daß die Sonne alle Planeten anziehe; daß vornemlich der Mond, vermöge der Anziehung der Erde und der ihm

mitgetheilten Bewegung, seinen Kreislauf vollführe; daß die indeß veränderliche Anziehungskraft der Sonne auf den Mond dessen Bewegung ungleich mache, und die Ebbe und Fluth von der Schwere des Mondes herrühre ꝛc. **Galliläus, Hevel,** und mehrere Astronomen, hatten ähnliche Gedanken. Allein **Newton** war es vorbehalten (§. 426.), das Gesetz zu entdekken, nach welchem die Schwere in der Entfernung abnimmt, und damit die Regeln zur Berechnung derselben zu lehren.

432. Die Wirkungen der allgemeinen Schwere der himmlischen Körper sind durch mancherley Erfahrungen bewiesen, und die darauf gegründeten Berechnungen treffen auch mit allen Erscheinungen so genau zu, daß man anjetzt dieselben unmöglich noch in Zweifel ziehen kann. Unterdessen, obschon die größten Geister allen Scharfsinn angewendet haben, über die **Ursache dieser Schwerkraft** einiges Licht zu verbreiten, so ist man doch hierin noch zu keiner Gewißheit gekommen. Der Sternkundige kann übrigens die speculativen Nachforschungen derselben dem Metaphysiker überlassen. Glücklich genug, daß er die **unveränderlichen Gesetze** kennt, nach welchen dieselbe auf der Erdoberfläche und in den unermeßlichen Räumen der Himmel wirkt.

433. Die Planeten beschreiben eigentlich elliptische Bahnen um die Sonne; allein bey allgemeiner Be-

trachtung der Wirkung der Anziehungs- und Flieh-kraft kann man solche als kreisförmig behandeln, weil ihre Gesetze auf eine gleiche Art dabey statt haben, indem auch Circulskreise als Ellipsen betrachtet werden können, deren Excentricität unendlich klein ist, und weil überhaupt hiebey nur sehr kleine Zeittheile zum Grunde gelegt werden, in welchen der Planet sich durch einen unmerklich gekrümmten Bogen bewegt, welchen man, die Bahn sey eine Ellipse oder ein Kreis ꝛc., für geradlinigt ansehen kann.

434. Es sey fig. 39. S die Sonne, und P ein Planet. Dieser würde nun gegen A sich beständig in einer geraden Linie mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortbewegen, wenn ihn nicht zugleich die Anziehung der Sonne in S beständig von derselben ablenkte, und ihn nöthigte, den Bogen PB zu beschreiben, an welchem PA eine Tangente ist. Während nun, daß der Planet PB zurücklegt, hat er sich folglich um AB von seinem geraden Wege entfernt: und daher drückt AB die Größe der anziehenden Kraft oder die Schwere gegen die Sonne für PB aus. Gesetzt, die Bewegung gegen A hörte auf, so würde er bloß, der zum Mittelpunct drückenden Kraft überlassen, von P nach G mit gleicher Geschwindigkeit gegen S fallen. Es ist aber PC = GB, und GB kann mit AB als gleich groß angesehen werden, wenn der Bogen PB sehr klein ist, wo alsdann derselbe eine

Diagonallinie des Parallelogramms CBAP oder CBGP wird. BA = BG = CP ist die Größe der Schwerkraft, wenn sie allein wirkte; GP aber ist der **Sinus versus von PeB: und nun steht der Sinus versus von sehr kleinen Bögen mit dem Quadrat des Bogens im Verhältniß.** Es sey bey einem andern Planeten MN der Sinus versus des sehr kleinen zurückgelegten Bogens NL, so verhält sich TM : ML = ML : MN, oder $MN = \frac{ML^2}{TM}$. Da aber NM gegen TN fast für nichts, und ML mit NL als gleich groß zu rechnen ist, so kann man statt TM . . TN oder 2 . NS und statt ML . . NL setzen, folglich wird $NM = \frac{NL^2}{2.NS}$ oder für den vorigen Planeten $PC = \frac{PB^2}{2.PS}$. Daher wirkt die Centripetalkraft nach dem Quadrat der Geschwindigkeit; oder, **um einen Planeten bey einer doppelten Geschwindigkeit in seiner Bahn zu erhalten, wird eine vierfache Kraft der Anziehung der Sonne erfordert.**

435. BA = BG drückt nun auch die Wirkung der vom Mittelpunct fliehenden Kraft aus, weil sich der Planet um so weit von S würde entfernt haben, indem er PB durchlief, wenn er von der Centripetalkraft frey gewesen wäre. Nun ist hier BG = PC =

BA, und $AB = PC = \frac{PB^2}{2.PS}$. Daher bringt die kreisförmige Bewegung eine Centrifugalkraft hervor, welche dem Quadrat, dividirt durch den doppelten Halbmesser des Kreises, gleich ist (die Fliehkraft $= 1$). Folglich steht auch die Centrifugalkraft mit dem Quadrate der Geschwindigkeit im Verhältnisse, oder bey einer doppelten Geschwindigkeit wendet der Planet ein vierfach größeres Bestreben an, sich vom Mittelpunct seiner Laufbahn zu entfernen.

436. Die Geschwindigkeit zweyer Planeten, mit welcher sie in einer geraden Linie sich unaufhörlich bewegen würden, sey noch so ungleich, so verhält sich allemal die Schwerkraft, welche sie in ihren elliptischen Bahnen gegen die Sonne lenkt, im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats ihres Abstandes von der Sonne, wie Newton zuerst aus dem Keplerschen Gesetz bewiesen. Nach fig. 40. sey NLD die Erd- und PB die Jupitersbahn; ferner stellen NL und PB sehr kleine aber ähnliche Bögen derselben vor. Wären nun die Umlaufszeiten der Erde und des Jupiters gleich lang, so müßten auch NL und PB in einer gleichen Zeit zurückgelegt werden, und Jupiter würde um so viel geschwinder laufen, als der Umfang seiner Bahn den Umfang der Erdbahn übertrift. So aber hält sich Jupiter 12mal länger in seiner nur 5,2mal größern

Bahn

Bahn auf, er rückt also langsamer wie die Erde fort; und gesetzt, er sey in eben der Zeit, etwa in einer Minute, nur von P bis e gerückt, während daß die Erde NL beschreibt: so ist Pd für Jupiter und NM für die Erde die Größe der Anziehungskraft der Sonne in einer Minute. Da nun Jupiter 5,2mal weiter wie die Erde von der Sonne steht, so hat Newton gefunden, daß sich NM:Pd umgekehrt wie $SN^2 : SP^2$ verhalte, oder daß Pd 5,2 . 5,2 = 27mal geringer als NM sey. Die Entfernung des 24 von der ⊙ ist 52 = SP, der Erde 10 = SN; die Bewegung des 24 in einer Minute Pe $12\frac{1}{2}'''$, und die Fortrückung der Erde in einer Minute NL 150''' (Tertien). Da nun $NM = \frac{NL^2}{2.NS}$ und $Pd = \frac{Pe^2}{2.PS}$, so ergiebt sich das Verhältniß von NM:Pd, weil die Schwerkraft in der weitern Entfernung abnimmt, aus beyden Quotienten vom Quadrat der Bögen durch die umgekehrten doppelten Abstände dividirt. Demnach $\frac{150^2}{104} : \frac{12\frac{1}{2}^2}{20} = 216:8 = 27:1$, welches die Quadratzahlen der Entfernung des 24 und der Erde von der Sonne sind.

438. Da die Centripetalkraft wie das Quadrat der zunehmenden Entfernung von der Sonne abnimmt, so muß die Geschwindigkeit zweyer Planeten in gleichen Zeitmomenten mit der Quadratwurzel

ihrer Abstände von der Sonne im umgekehrten Verhältnisse stehen, und also abnehmen. Z. B. die Erde steht 10, und Saturn 95 Theile von der Sonne; die Quadratwurzel aus 10 ist 3,16 und aus 95 9,74: demnach verhält sich die Geschwindigkeit dieser beyden Planeten wie 9,74 : 3,16; da nun die Erde 4,1 deutsche Meilen in einer Secunde zurücklegt, so macht Saturn indeß 1,3 Meilen.

438. Da die Planeten Ellipsen um die Sonne beschreiben, so kann nach fig. 38 die Centrifugal- und Centripetalkraft nicht in allen Puncten derselben gleich groß seyn. In der Sonnennähe und Sonnenferne um P und A sind die Bahnen am stärksten gebogen, weil in der erstern die Centripetalkraft und Geschwindigkeit am stärksten, und in der andern beyde am schwächsten sind. Die Geschwindigkeit in P verhält sich zu der in A wie AS zu SP, umgekehrt wie die Abstände nach dem Keplerschen Gesetz; die Centripetalkraft in beyden Puncten wie AS^2 zu SP^2. Dann hat **Newton** gezeigt, daß die Centrifugalkraft in P zu der in A sich verhalte, wie AS^3 zu SP^3. Aus dem Keplerschen Satz, daß die zurückgelegten Räume den Zeiten proportional sind, folgt, daß die Centrifugalkraft bey der Annäherung der Planeten zur Sonne in einem größern Verhältniß zunimmt, als die Centripetalkraft: denn sie wächst mit dem Quadrate der größern Geschwindigkeit und der Ver-

ringerung des Abstandes zugleich. Die Abweichung der Tangenten A a und P p von der Ellipse zeigt hier die Centrifugalkraft an, oder um wie viel der Planet durch seine Annäherung und größte Geschwindigkeit sich von der Sonne zu entfernen sucht.

439. Nun kann hiebey vorausgesetzt werden, daß die ursprüngliche Kraft der Wurfbewegung eines Planeten im Aphelio A geringer ist, als erfordert wird, um ihn mit der Centripetalkraft in einem Kreise O A B fortzuführen, dessen Halbmesser = S A ist; und daher muß er nothwendig in dieser Gegend einen stärker gekrümmten Bogen A I beschreiben, und sich folglich der Sonne von da an nähern. Bey dieser Annäherung nimmt seine Geschwindigkeit zu, damit die von Radiis vectoribus zurückgelegten Räume den Zeiten proportional bleiben; und gesetzt, er komme im Perihelio P der Sonne 4mal näher als im Aphelio, so wird seine Geschwindigkeit 4mal größer. Allein es braucht hier im Perihelio die Geschwindigkeit nur doppelt so groß zu seyn als im Aphelio, um einen Circul Q P T zu beschreiben, dessen Halbmesser S P ist, und folglich wird der Planet jenseits P nach und nach Bögen beschreiben, wie P R, die größern Kreisen zugehören; er wird sich also wieder von der Sonne entfernen, und zu seinem Aphelio A hinansteigen.

440. Fig. 40. ist S der Mittelpunct der Erde, N L D T die Mondbahn; der Mond sey in N, und

würde, vermöge seiner einstens erhaltenen Wurfbewegung in der geraden Linie Nn fortgeführt, wenn ihn nicht seine Schwere oder die Anziehung der Erde von derselben ab, in seine Bahn zurücklenkte; NL durchlaufe den Mond in einer Secunde, so ist NM die Größe, wie viel der Mond inzwischen gegen die Erde gefallen ist. Nach Newton nimmt die Schwere ab, wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunct der Erde zunimmt. Nun sey SN = 60. Sa oder der Mond 60 Erdhalbmesser von uns, so ist die Kraft, mit welcher derselbe gegen die Erde schwer ist, 60.60 = 3600mal geringer als bey den Körpern auf der Erdoberfläche. Nun fällt ein Körper bey uns in der ersten Secunde $15\frac{1}{12}$ Fuß gegen die Erde, und daher der Mond in dieser Zeit um $\frac{15\frac{1}{12}}{3600} = \frac{1}{2}\frac{1}{39}$ Fuß. Hörte nun die Kraft der Wurfbewegung des Mondes von M gegen n auf, so würde er, der Kraft der Schwere allein überlassen, auf die Erde mit einer zunehmenden, den Quadraten der Zeiten proportionirten Geschwindigkeit herabfallen.

441. Nun ist NM der Sinus versus des Bogens NL von 33 Tertien, den der Mond in einer Sec. zurücklegt. Ist ferner der Halbmesser der Erde Ca in Füßen bekannt, und wird der Mond 60mal so weit = CL gesetzt, so läßt sich schon aus dem Verhältniß des Sinus versus eines Bogens von 33''' ge-

gen den Radius finden, daß NM $\frac{1}{239}$ Fuß austrage. Man kann unterdessen aus dieser bekannten Größe von NM die Größe des Bogens NL in Füßen, und hiernach auf seine ganze Umlaufszeit schließen. Nemlich: ML ist die mittlere Proportionallinie zwischen MN und TM. Da aber NL nur eine Secunde hat, so kommt er mit LM überein; und da auch NM = $\frac{1}{239}$ Fuß gegen NT fast für nichts zu rechnen ist, so kann man statt ML, NL und statt TM, TN setzen: demnach TN : NL = NL : NM, oder NL^2 = TN.NM. Wird nun Ca zu $859\frac{1}{2}$ Meilen, jede zu 23661 Rheinl. Fuß = 20336629 Fuß angenommen, so ist TN = 120.20336629 = 2440395480, und daher TN.NM = 2440395480.$\frac{1}{239}$ = 10210860 Fuß = NL^2, folglich NL = 3195 Fuß der Weg des Mondes in einer Sec., und damit 11502000 in einer Stunde. Aus TN findet sich der Umkreis der Mondbahn 7558764560 Fuß, und dieser mit 11502000 dividirt, daß der Mond solche in 657 St. = 27 Tage 9 Stunden zurücklegen muß (§. 341.)

442. Zur richtigen Beurtheilung der Kraft, mit welcher ein größerer Himmelskörper einen kleinern anzieht, ist es nothwendig, sowohl auf die verhältnißmäßige Größe beyder Körper, als auf ihre Entfernung von einander, Achtung zu geben. Es sey demnach A der anziehende und B der angezogene, so ist zu merken, 1) um so viel größer A ist als B, um

desto größer ist auch die Kraft, mit der B angezogen wird. Die Größe ist hier nicht die bloße Ausdehnung, sondern die **Masse** oder Menge Materie in einem oder dem andern Körper. 2) Wenn die Entfernung B A bleibt, so wird der Körper B mit einer desto stärkern Kraft angezogen, je größer er selbst ist. Bleiben 3) die Massen beyder Körper unter sich immer gleich groß, die Entfernung A B aber wird verändert, so nimmt die Anziehung **mit dem Quadrat der zunehmenden Entfernung ab, und mit der abnehmenden zu**; die Kraft der Anziehung steht daher **im ordentlichen Verhältniß mit der Masse des anziehenden und angezogenen Körpers, und im umgekehrten mit dem Quadrate der Entfernung stehe.**

443. Nun hat die Sonnenkugel noch einige hundert mal mehr Masse, als die sieben Hauptplaneten zusammen genommen; ihre Kraft der Anziehung muß daher auf diese Körper noch immer, auch bey den entferntesten, diejenige vielfach überwiegen, womit die Planeten sich unter einander anziehen. Gegen die Fixsterne werden freilich Sonne und Planeten auch noch einige Schwere haben; allein die Wirkung derselben in der Bewegung des Planeten wird bey der viele tausendmal größern Entfernung der Fixsterne, sie mögen auch noch so viel Masse haben, ganz unmerklich, so daß außer der Kraft, mit welcher die

Sonne alle Planeten an sich zieht, nur noch diejenigen Kräfte, womit sich diese Körper unter einander anziehen, in Betrachtung kommen. Diese können, wenn sich zwey Planeten einander nähern, nach dem Verhältniß ihrer Massen und der Größe der Annäherung so wirksam werden, daß sie den gewöhnlichen elliptischen Gang desjenigen etwas aufhalten oder beschleunigen, der von beyden die wenigste Masse hat, welches die Astronomen wirklich beobachten. Unser **Mond** ist der kleinste unter allen planetischen Körpern, die wir kennen; er wird aber wegen seiner Nähe bey der Erde von derselben am stärksten angezogen; und da er außerdem, vornemlich gegen die Sonne, eine wiewohl viel geringere Schwere hat, so wird dadurch sein Lauf sehr ungleich.

444. Allgemein ist zu merken: Wenn zwey Planeten mit einer gleichen Kraft und nach parallelen Richtungen von einem dritten angezogen werden, so wird ihre Stellung und Entfernung gegen und von einander dadurch nicht verändert, welches nur statt findet, wenn der letztere einen von den beyden erstern stärker als den andern anzieht. Der Mond leidet bey seiner Bewegung um die Erde keine Veränderung seiner Geschwindigkeit oder Entfernung, als wenn er inzwischen von der Sonne bald etwas mehr, bald etwas weniger von der Erde angezogen wird. Um die Wirkung zu berechnen, mit welcher ein größerer

Planet die Bewegung der Erde stört, muß man die Anziehungskraft des Planeten auf die Sonne und Erde wissen, und der Unterschied von beyden ist eigentlich die Perturbation; ist solche = o, so erleidet der Ort der Erde von dem Planeten keine Verrückung. Die Anziehungskraft der Sonne auf einen jeden der sieben Hauptplaneten ist gleich ihrer Masse = S, dividirt durch das Quadrat des Abstandes derselben = r. Allein ein jeder Planet zieht hinwieder die Sonne mit einer Kraft an, die seiner Masse = T dividirt durch das Quadrat seines Abstandes von der Sonne gleich, und daher ungemein viel schwächer ist; hiernach ist also die perturbirende Kraft der Sonne auf die Planeten $\frac{S + T}{r^2}$.

445. Die vorhin gegebene Regel: daß die Masse des anziehenden Planeten, dividirt durch das Quadrat seines Abstandes von dem angezogenen, die Wirkung seiner Anziehung in Veränderung seines Ortes herausbringe, gilt nur, wenn der Zug in der zur Sonne gehenden Linie vor sich geht. Die Planeten ziehen sich aber die mehreste Zeit unter schiefen und veränderlichen Winkeln an, wobey die erfolgte Wirkung aus den beiderseitigen zusammengesetzten Anziehungskräften (deren jede für sich ihrer Masse, durch das Quadrat des Ab-

ſtandes dividirt, gleich iſt) nach dem vorkommenden Winkel beurtheilt werden muß. Es werde nach fig. 39. ein Planet D von zwey andern gegen B und C hinaus liegenden unter dem Winkel BDC zugleich angezogen; DB drücke die Kraft aus, mit welcher der gegen B liegende, und DC diejenige, mit welcher der gegen C liegende den Planet D anzieht: ſo wird der letztere in eben der Zeit, da er, von der einen oder andern Kraft beſonders getrieben, nach B oder C würde hingekommen ſeyn, nun durch beyde vereinigte DA oder die Diagonallinie des Parallelogramms DBAC beſchreiben. Eben ſo wenn der Zug gegen b und c unter dem Winkel bDc mit Kräften, die die Längen der Linien Db und Dc anzeigen, gienge, ſo würde D inzwiſchen nach der Diagonale DA des Parallelogramms DcAb, und alſo gleichfalls in A anlangen. Vermittelſt des Verhältniſſes dergleichen Anziehungskräfte der Planetenmaſſen gegen einander und der jedesmaligen Richtung, nach welcher ſie wirken, berechnen die Aſtronomen, wie der Lauf der Erde und folglich der ſcheinbare Ort der Sonne und Planeten dadurch Veränderungen leidet.

446. Die Ungleichheiten des **Mondlaufes**, die bey der Nähe dieſes Weltkörpers bey uns ſehr merklich werden, rühren daher, weil er während ſeines periodiſchen Umlaufs beſonders von der Sonne auf eine veränderliche Art, ſowohl der Größe als Rich-

tung nach, angezogen wird, wie sich nach fig. 36. beurtheilen läßt. Denn wenn er keine andere Centralkräfte hätte, als diejenigen, welche ihn um die Erde führen, so würde er bloß mit allen Planeten das gemeinschaftliche Gesetz befolgen, daß die zurückgelegten Räume der elliptischen Bahn im Verhältniß der Zeiten bleiben; so aber ist dies nicht hinreichend, seinen scheinbaren Stand, auch nur mit einiger Genauigkeit, den Beobachtungen gemäß darzustellen. Die Anzahl jener Ungleichheiten wird noch dadurch vermehrt, daß er in einer elliptischen und $5\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen die Ebene der Erdbahn geneigten Bahn läuft; daß seine Apsiden- und Knotenlinien beständig und sehr merklich, oder während einem jeden periodischen Umlauf ungleichförmig ihre Lage verändern; und daß er an der für sich schon ungleichen Bewegung der Erde Antheil nimmt, weswegen denn die Anziehungskraft der Sonne noch auf eine mannigfaltigere Art Abänderungen in ihren Wirkungen auf den Ort des Mondes im Weltraum erleidet. Die Größe aller dieser Ungleichheiten des Mondlaufs für eine jede Zeit zu bestimmen, ist äußerst verwickelt, mühsam und schwer. Die größten Geometer und Astronomen aber haben sich dieser Arbeit mit dem glücklichsten Erfolg unterzogen, nachdem **Newton** sie zuerst auf die Spur brachte. Vornemlich sind **Clairaut**, **Euler**, **d'Alembert** und **Mayer** durch ihre geometrische und

analytische Berechnung der anziehenden Kräfte, die auf den Mond wirken, berühmt geworden. Ich habe aber hier von dieser Mondstheorie nur im Allgemeinen etwas erwähnen können.

447. Die **Größe** eines Planeten ist mit seiner **Masse** nicht einerley; denn diese letztere ist eigentlich die Menge Materie in seiner Kugel, das Gewicht oder die eigenthümliche Schwere derselben, nach welcher die Anziehungskraft auf ihn wirkt. Diese Masse aber hängt von der Dichtigkeit der körperlichen Materie ab, aus welcher der Planet zusammengesetzt ist; und diese Dichtigkeit ist bey unveränderter Masse um so viel größer, als die Größe des Planeten geringer ist. Die verschiedenen Massen der Planeten lassen sich aus den Gesetzen der Anziehung und der Größe ihrer Wirkungen herleiten, und man kann hiernach auf ihre Dichtigkeit schließen. Die Astronomen legen gemeiniglich die Masse der Erde zum Grunde, weil deren Anziehung aus ihren Wirkungen, nemlich: aus dem Fall der Körper in einer Secunde, der Länge der Secundenpendul ꝛc., bekannt ist.

448. Z. B. Der erste Jupiterstrabant umläuft seine Bahn um den Jupiter in einem Abstande, der beynahe dem Abstande des Mondes von der Erde gleich ist. Gesetzt nun, jener brauchte zu seinem Umlauf eben so viel Zeit, als unser Mond, so würde die Kraft, mit welcher Jupiter diesen Trabanten in sei-

ner Bahn erhält, derjenigen gleich seyn, mit welcher die Erde auf den Mond wirkt, und folglich die Massen beyder Planeten mit einander übereinkommen. Alsdann müßte aber die Dichtigkeit der Erde 1474mal größer seyn als die Dichtigkeit des Jupiters, weil dieser Planet um so viel größer als die Erde gefunden worden. Nun aber umläuft jener Trabant seinen mit unserer Mondbahn gleich großen Kreis in 42 St. fast 16mal geschwinder als unser Mond.

449. Die Kraft der Anziehung steht in gleichen Entfernungen mit dem Quadrate der Geschwindigkeiten im Verhältnisse, und Jupiter muß daher eine $16^2 = 256$mal größere Kraft anwenden, diesen Trabanten in seiner Bahn zu erhalten, und um so vielmal müßte die Masse des Jupiters die Masse der Erde übertreffen. Gleichwohl ist er 1474mal größer; seine Dichtigkeit muß daher $\frac{1474}{256} = 5,13$mal geringer als die Dichtigkeit der Erdkugel seyn.

450. Nach Newtons Regel verhalten sich die **Massen in allen Kugeln unserer Sonnenwelt gegen einander wie die Cubi ihrer Entfernungen, in welchen sie um andere herumlaufen; und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Umlaufszeiten.** Der Quotient von den Würfeln der Entfernungen der letztern, umgekehrt durch den Quotienten der Quadraten der Umlaufszeiten dividirt, giebt also das Verhältniß der Massen der

beiden Weltkörper, um welche jene Kugeln laufen. Man sucht z. B. das Verhältniß der Massen der Sonne und Erde, so wird dazu der periodische Umlauf der Mondes und sein Abstand von uns, dann die Entfernung der Erde von der Sonne und ihre Umlaufszeit als bekannt vorausgesetzt:

Dauer des Umlaufs des Mondes = 656 St.
" " " der Erde = 8766 St.
Entfernung des Mondes v. d. Erde = 1
" der Erde v. d. Sonne = 402

Demnach $\frac{402^3}{1^3} : \frac{656^2}{8766^2} = 363800 : 1$, woraus folgt, daß die Sonne ohngefähr 364000mal mehr Masse habe, oder um so viel schwerer als die Erde sey. Da nun durch eine ähnliche Rechnung etwa aus den Umlaufszeiten und Abständen der Venus und des vierten Jupiterstrabanten, die Schwere des Jupiters = $\frac{1}{1110}$ von der Schwere der Sonne herausgebracht wird, so ergiebt sich, daß die Schwere der Erde von der Schwere des Jupiters $3\frac{638}{1110}{}^0$ oder etwa 328mal übertroffen wird. Oben wurde 256mal durch einen beyläufigen Ueberschlag gefunden.

451. Wenn man die Massen der Sonne und Planeten durch ihre Größe dividirt, so ergiebt sich die verhältnißmäßige Dichtigkeit derselben; z. B. die Sonne hat 363800mal mehr Masse als die Erde, und ist 1448079mal größer, folglich ist die Dichtig-

keit der Sonne $= \frac{363800}{1448079} = 0,25$ von der Dichtigkeit der Erde, oder die Erdkugel ist etwa 4mal dichter als die Sonne. Eben so die Masse des Saturns durch seine Größe im Verhältniß der Größe der Erde dividirt, giebt (die Masse und Dichtigkeit der Erde $= 1$), wie sich beider Planeten Dichtigkeiten gegen einander verhalten: $\frac{107}{1030} = 0,10$, oder die Erde ist 10mal dichter als Saturn.

452. Da **Merkur, Venus** und **Mars** keine Monde haben (wenigstens ist noch keiner bey denselben bekannt), so kann ihre Schwere und Dichtigkeit nicht auf ähnliche Art gefunden werden. Unterdessen glaubten die Astronomen bemerkt zu haben, daß die Dichtigkeit der Erde, des Jupiters und Saturns, beynahe mit der Quadratwurzel aus ihren mittlern Bewegungen im Verhältnisse stehe; allein diese Regel ist nach der Entdeckung des Uranus als unrichtig befundrn worden. Hr. de la Grange fand, daß die bekannten Dichtigkeiten der drey Planeten, Erde, Jupiter und Saturn, noch eher mit den umgekehrten Entfernungen im Verhältniß stehen. Die für Merkur, Venus und Mars, in der folgenden Tafel angesetzten Massen, Dichtigkeiten ꝛc., sind auf andern Wegen beyläufig gefunden. Die Dichtigkeit und Masse des Mondes hat man aus der Größe der Wirkung seiner Anziehungskraft bey der Ebbe und Fluth,

imgleichen aus der durch ihn verursachten **Nutation** der Erdaxe herzuleiten gesucht.

453. Wenn die Masse und der Durchmesser eines Planeten bekannt ist, so ist es leicht, die Geschwindigkeit, mit welcher die Körper auf seine Oberfläche fallen, zu finden: denn diese steht **im ordentlichen Verhältniß mit der Masse, und im verkehrten mit dem Quadrat vom Halbmesser.** Die Geschwindigkeit des Falles der Körper in einer Secunde unter dem Aequator der Erde = 15, 1 Fuß mit der Masse eines jeden Planeten multiplicirt, und das Product durch das Quadrat vom Halbmesser dividirt, giebt, wie weit ein Körper in 1 Sec. bey ihm herunterfällt (Halbmesser und Masse der Erde = 1).

454.

	Dichtigkeit der Planeten.	Massen der Planeten.	Fall der Körper auf ihre Oberfläche in 1 Sec. Fuß.
Merkur	2, 72	0, 17	16, 0
Venus	1, 04	0, 95	15, 0
Erde	1, 00	1, 00	15, 1
Mond	0, 74	0, 105	3, 0
Mars	0, 47	0, 10	5, 4
Sonne	0, 25	363800	430
Jupiter	0, 22	328	38, 1
Uranus	0, 22	18, 8	14, 6
Saturn	0, 10	106, 9	15, 8

455. Außer den bereits vorhin allgemein erläuterten Erscheinungen, welche die im Weltraum und

auf einzelnen Weltkörpern vorhandene Kraft der Anziehung beweisen, sind noch vornemlich folgende zu merken: Das jährliche **Zurückgehen der Aequinoctialpuncte** von 50″,4 nach Westen (welches die **Vorrückung der Nachtgleichen** zur Folge hat), oder die Bewegung der Pole des Aequators um die Pole der Ecliptik. Der Vorgang dieser Sache ist dieser: Zufolge der 19ten Figur behält die Axe der Erde SN, beym Umlauf der Erde um die Sonne, beständig unter sich eine parallele Lage unter einer Neigung gegen die Ebene der Erdbahn von $66\frac{1}{2}°$. Die auf letzterer Ebene senkrecht stehende, durch den Mittelpunct der Erde gehende Linie dh, führt allemal, wegen der unermeßlichen Entfernung des Firmaments, zu den Polen der Ecliptik oder dem 90sten Grad der Breite. Mit dieser macht die Erdaxe SN beständig einen Winkel von $23\frac{1}{2}°$. Denkt man sich ferner eine durch den Durchschnittspunct von SN und hd, oder den Mittelpunct der Erde gehende, und auf beyden unter einem rechten Winkel stehende Linie, so liegt diese in der Ebene der Ecliptik, geht nach 0° ♈ und 0° ♎ am Firmament hinaus, und ist die **Aequinoctiallinie**. Diese behält aber nicht ganz genau eine parallele Lage: denn nachdem die Erdkugel ihre Laufbahn vollendet, sehen wir sie um 50″,4 zurück, also westwärts gewichen; oder die Erdaxe SN hat sich um hd unter ihrer unveränderlichen Neigung

von

von $23\frac{1}{2}°$ gegen h d um 50″,4 im Bogen des Kreises, den s N um h d am Firmament beschreibt, gegen Westen verrückt. Wenn also die Erdaxe um h d in 25716 Jahren (§. 148.) eine ganze Umdrehung macht, so haben die auf jener Linie liegenden Puncte $0° \Upsilon$ und $0° \simeq$ mit derselben von Osten gegen Westen den ganzen Kreis der Ecliptik scheinbar vollendet.

456. Jetzt ist man überzeugt, daß dies **eine Wirkung der anziehenden Kraft ist, welche die Sonne, und besonders der Mond, auf die sphäroidische Gestalt der Erdkugel äußert.** Gedenkt man sich die um den Aequator der Erde bey ihrer Abplattung angehäuften Theile als einen Ring oder viele kleine Monde, die mit der Erdoberfläche sich in 24 Stunden um ihren Mittelpunct bewegen, so müssen diese, wegen ihrer Nähe, eine weit grössere Schwere gegen diesen Mittelpunct haben, als gegen den wahren Mond und gegen die 400mal entferntere Sonne. Beyde Himmelskörper werden unterdessen gegen diese größere Menge Materie um den Aequator, die mit der Ebene der Erdbahn einen Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad macht, erstlich eine stärkere Anziehungskraft äußern, als gegen die übrigen Theile des Erdkörpers, weil hier mehr Masse ist; und zweitens muß die Wirkung dieser Kraft veränderlich seyn, weil der größte Durchschnitt der mehrern Erdmasse (des Aequators) beym Lauf der Erde um die Sonne, oder

beym Lauf des Mondes um die Erde, eine verschiedenartige Lage gegen diese Himmelskörper erhält.

457. Die Wirkung der Sonne bey dieser Zurückweichung muß beständig gleichförmig seyn, weil die Erde um die Sonne jährlich die nemliche Bahn beschreibt; sie beträgt 16″; allein die Wirkung des Mondes, die auf 34″ gerechnet wird, zeigt sich ungleich, weil die Bahn des Mondes schräge gegen die Erdbahn liegt; weil sich deren Lage beständig ändert; und erst nach 19 Jahren wieder eine gleiche Stellung gegen den Aequator erhält. Durch die gemeinschaftliche Wirkung der Sonne und des Mondes ist also schon die jährliche Zurückweichung nicht mehr gleich groß. Da nun die neuern Astronomen auch noch die Anziehungskräfte der Planeten hiebey mit in Rechnung bringen, so zeigt sich eine abermalige Ungleichheit.

458. Die von **Bradley** entdeckte **Nutation der Erdaxe** ist gleichfalls eine Wirkung der anziehenden Kraft des Mondes auf die sphäroidische Gestalt der Erde. Sie hat mit der Wiederkehr der Mondbahn zu einer gleichen Lage gegen den Aequator, eine gleiche Periode von 19 Jahren; denn liegt z. B. der ☊ des Mondes in 0° ♈, so hat der Mond in 0° ♋ seine größte nordliche Breite, und zugleich eine größere Abweichung als dort die Sonne von $5\frac{1}{2}°$; kömmt hingegen nach $9\frac{1}{2}$ Jahren der ☊ in 0° ♈, so wird die größte Breite in 0° ♋ $5\frac{1}{2}°$ südlich, und seine Abwei-

chung ist um so viel geringer, als dort die Abweichung der Sonne. Demnach nähert sich der ☾ um $5\frac{1}{2}°$ mehr oder weniger als die Sonne den Polen der Erde. Hieraus entsteht nicht allein die vorhin bemerkte Ungleichheit in der jährlichen Wirkung des Mondes bey der Vorrückung der Nachtgleichen in verschiedenen Jahren, sondern zugleich ein Wanken der Erdaxe, oder eine periodische Verrückung des Aequators gegen die Ecliptik. Die Abweichung der Sterne muß sich folglich hiernach ändern, indem der Aequator eine andere Lage erhält *). Die Pole der Erde beschreiben hiebey um den mittlern Weltpol am Firmament in rückwärts gehender Bewegung, während der 19jährigen Periode der Mondknoten, einen kleinen Kreis von 18 Secunden im Durchmesser.

459. Die Abnahme der Schiefe der Ecliptik ist gleichfalls eine Folge der anziehenden Kraft der Planeten auf den Lauf der Erde. Wenn zwey Planeten um einen gleichen Mittelpunct nach einer gleichen Gegend, aber in verschiedenen Ebenen, sich bewegen, so entsteht daraus, zufolge der Theorie der anziehenden Kräfte, ein Zurückweichen der Knoten längs der Bahn eines jeden. Jene Abnahme geht aber äußerst langsam von statten. Z. B. Hyppärch fand vor 2000 Jahren die Schiefe der Ecliptik 23° 51′ 20″; Tycho

*) Dies zieht gleichfalls eine geringe Veränderung der Länge und geraden Aufsteigung nach sich.

vor 200 Jahren 23° 29′ 47″; und **Maskelyne** im Jahr 1769, 23° 28′ 9″,7. **Mayer** berechnet die Abnahme der wahren Schiefe in 100 Jahren auf 46 Sec., und **la Lande** auf 50 Secunden.

460. Sie scheint gleichförmig zu seyn, wird aber durch die **Nutation**, weswegen sich der Aequator 9 Jahr und 4 Monat hindurch der Ecliptik, und aufs höchste um 9″ nordwärts nähert, und dann sich wieder um eben so viel von derselben entfernt, hierauf in eben so langer Zeit weiter von der Ecliptik und höchstens 9″ nach Süden geht, und wieder zurückkömmt, ungleich, und geht nicht selten in eine Zunahme über. Man nennt deswegen diese für eine jede Zeit am Himmel statt findende Schiefe der Ecliptik die **scheinbare.** Ist der ☊☾ in 0° ♈, so wird letztere 9″ grösser als die wahre; hingegen um so viel kleiner, wenn der ☊☾ in 0° ♎ liegt. Beym Ort des ☊☾ in 0° ♑ und ♋ findet sich kein Unterschied. Uebrigens ist wahrscheinlich diese geringe Annäherung der Ecliptik zum Aequator gleichfalls nur ein Wanken; wenigstens kann die Ursache, wodurch jetzt die Schiefe abnimmt, niemals ein Zusammenfallen beyder Kreise, oder ein beständiges Aequinoctium auf der Erde veranlassen.

461. **Die wechselseitigen Störungen des Laufs der Planeten unter sich**; die Bewegung der Apsidenlinie der elliptischen Laufbahn aller Planeten und des Mondes, oder

die langsame Fortrückung der **Aphelien** bey den Planeten, und die schnelle Fortrückung des **Apogäums** beym Mond; endlich die langsame Fortrückung der **Knotenlinien aller Planetenbahnen von Westen gegen Osten, und die so merkliche Zurückweichung der Knoten des Mondes**, sind von den größten Geometern und Astronomen gleichfalls als Wirkungen der Anziehungskräfte im Weltraum erkannt, und deren Größe nach den bekannten Gesetzen der Perturbationen, mit Beyhülfe der höhern Geometrie, den Beobachtungen zustimmend berechnet worden.

462. Die bisher vorgestellte Größe, vortrefliche Verfassung und unverrückte Ordnung des Planetengebiets der Sonne, muß nothwendig den forschenden Geist des Erdbewohners auf mehr als eine immer festere Ueberzeugung vom Daseyn eines allgemeinen Welturhebers, nemlich auch auf vernünftige Vorstellungen über die Absichten des Allerweisesten bey allen diesen großen Veranstaltungen, leiten. Hiezu wird vornemlich das, was die Sternkunde durch wirkliche Beobachtungen und gegründete Schlüsse von der Aehnlichkeit der Planeten mit unserer Erde und von ihren Einrichtungen lehrt, dienen können; woraus sich folgern läßt: daß auch jene höchst wahrscheinlich zu **Wohnplätzen lebendiger und vernünftiger Wesen** bestimmt sind.

Neunter Abschnitt.

Von den Himmelsbegebenheiten, welche die Bewegungen des Mondes und der Planeten hervorbringen.

463.

Eine Mondfinsterniß wird bemerkt, wenn der Mond zur Zeit seines vollen Lichtes, da er der Sonne gerade gegenüber steht, in den dorthin liegenden Schatten der Erde kömmt, und folglich während seinem Durchgang durch denselben das von der Sonne erborgte Licht wirklich verliert. Nach fig. 42. sey S die Sonne, C die Erde, so ist EHF der **wahre Erdschatten**, welcher mit der größern Entfernung von der Erde immer kleiner im Durchschnitt, und von den Lichtstrahlen der Sonne AH und BH begränzt wird; ML sey ein Theil der Mondbahn, so kann der Mond in r in den Schatten treten, in m wird er ganz verdunkelt mitten in demselben und zugleich in ☍ mit der Sonne stehen, und in t wieder aus dem Schatten hervorkommen. Inzwischen ist ihm das Sonnenlicht von der Erde entzogen worden. Da wo der Mond durch den Schatten der Erde rückt, ist

derselbe noch fast dreymal breiter als der Mond, so daß sich dieser höchstens $1\frac{3}{4}$ Stunden darin aufhalten kann.

464. Um diesen wahren Schatten befindet sich noch der **Halbschatten** EL, FM, der von den Lichtstralen AFNK und BELI begränzt wird, innerhalb welchen noch immer ein Theil von der Sonne zu sehen ist. Er ist bey den Mondfinsternissen nur daran zu bemerken, daß er die Mondflecken eine Weile vor und nach ihrem Ein- und Austritt in und aus dem wahren Schatten etwas unkenntlich macht. Der Halbmesser des **wahren Schattens**, der eigentlich unsere Mondfinsternisse verursacht, erscheint allemal unter einem Winkel, welcher **der Summe der horizontalen Parallaxe des Mondes und der Sonne, weniger dem Halbmesser der Sonne gleich** ist. Er wird wegen der **Atmosphäre der Erde** um etwa $\frac{1}{60}$ vergrößert.

465. Da die Erde eine Kugel ist, so muß ein jeder Durchschnitt ihres Schattenkegels, der mit der Axe desselben unter einem rechten Winkel geschieht, sich als eine Scheibe auf dem verfinsterten Monde darstellen. Und da dieser Himmelskörper von Westen gegen Osten fortrückt, so muß seine Verfinsterung von Osten gegen Westen vor sich gehen. Wenn der Mond sich ganz in den Erdschatten einsenkt, so ist die Finsterniß **total**, und wenn dabey sein Mittelpunct ge-

nau durch den Mittelpunct des Schattens rückt, central; im Gegentheil aber heißt die Verfinsterung partial, wenn nur ein größerer oder kleinerer Theil der Mondscheibe eine Verdunkelung leidet. Die Größe derselben wird nach Zollen, deren der scheinbare Durchmesser des Mondes 12 hat, bestimmt.

466. Der Schattenkegel der Erde erstreckt sich beständig längs der Ebene der Ecliptik, weil der Mittelpunct der Erde und Sonne in dieser Ebene liegt, daher denn der Mittelpunct eines jeden Durchschnitts allemal der genau 180 Grad vom Ort der Sonne entfernte Punct der Ecliptik ist. Fielen die Ebenen der Mond- und Erdbahn zusammen, so müßte der Mond beständig in der Ecliptik fortlaufen, und jedesmal im vollen Lichte eine totale und centrale Verfinsterung leiden. Da aber die Mondbahn sich mit der Ecliptik unter einen Winkel von etwa $5\frac{1}{2}^{\circ}$ neigt, so können nur diejenigen Vollmonde, welche sich in oder nahe bey dem auf- oder niedersteigenden Knoten ereignen, vom Erdschatten getroffen werden, weil alsdann die Breite des Mondes im erstern Fall o, im zweiten geringe ist. Der Vollmond muß nicht so weit vom Knoten stehen, daß seine Breite die Summe seines und des Erdschattens Halbmessers übersteigt. Wird er gerade im ☊ voll, so entsteht eine totale und centrale Finsterniß, die folglich von der größten Dauer ist. Etwa 6° vor und nach ☊ oder ☋ geht

die Breite des ☾ im Perigäo auf 30 Min., und dann ist keine totale Finsterniß mehr möglich. Ist die Breite größer als 30 Minuten, so wird der Mond nur partial verfinstert; übersteigt aber die Breite 64 Minuten, welches in einem Abstande von 12 bis 13° vor und nach ☊ oder ☋ sich zuträgt, so ist keine Mondfinsterniß zu erwarten.

467. Außer dieser Ursache ist noch eine andere vorhanden, warum nicht alle Vollmonde verfinstert werden: Nemlich obgleich der Mond in $27\frac{1}{3}$ Tagen den ganzen Thierkreis umläuft, und folglich inzwischen durch ☊ und ☋ geht, so kömmt er doch allemal erst nach 29 Tagen 12 Stunden wieder in ☌ oder ☍ mit der Sonne, und hat indeß gegen 390° zurückgelegt. Gesetzt also: Er sey heute im ☍ und nahe bey einem Knoten, so daß er eine Verfinsterung leidet, so muß er in dem zunächst folgenden Gegenschein um fast 30° von diesem Knoten gegen Osten entfernt seyn, und kann, wegen der schon zu großen Breite, vom Erdschatten nicht getroffen werden. Bey dem zweyten und den folgenden Gegenscheinen (Vollmonden) nimmt diese Entfernung jedesmal um etwa 30° zu, bis solche nach 6 Monaten in der Nachbarschaft des gegenüberstehenden Knoten einfallen, und wieder eine Mondfinsterniß möglich wird. Die Knoten verändern überdem ihren Ort monatlich über $1\frac{1}{2}$° gegen Westen, so daß daher die Finsternisse nach und nach

in andern Gegenden des Thierkreises vorfallen, und jene monatliche Entfernung noch größer wird.

468. Die Erscheinungen einer Mondfinsterniß sind aus den dazu nöthigen Stücken, die sich aus Sonnen- und Mondtafeln ergeben, durch eine Zeichnung oder Rechnung zu finden. Zuerst muß die Zeit, da eine Mondfinsterniß einfallen wird, vorläufig bekannt seyn, wozu es leichte Regeln giebt. Man sucht hierauf aus den Tafeln nach dem Meridian des Orts der Beobachtung: die Zeit des Vollmondes oder der wahren ☌ der Sonne und des Mondes; die Breite, stündliche Veränderung der Länge und Breite, stündliche Bewegung, horizontale Halbmesser und Parallaxe des Mondes; ferner die stündliche Bewegung, den Halbmesser und horizontale Parallaxe der Sonne ꝛc. Was außerdem zu einem mechanischen Entwurf oder zu einer trigonometrischen Berechnung der Finsterniß noch erfordert wird, läßt sich aus dem angezeigten herleiten.

469. Es sey AB fig. 43. ein Maaßstab von 60' oder einem Grade am Himmel; C der Mittelpunct der Schattenscheibe in der Gegend, wo der Mond hindurchgeht, oder der der Sonne entgegenstehende Punct der Ecliptik DCE. Bey D ist Westen und bey E Osten. Man beschreibe aus C mit dem gefundenen Halbmesser des Erdschattens den hierbey

hinlänglichen halben Kreis desselben EmD; richte in C ein Perpendicul Cn senkrecht auf ED auf, welches demnach ein Theil eines Breitenkreises ist. Die Breite des ☾ in ☌ wird von C, da sie hier nordlich angenommen wird, bis in n getragen, so ist n der Ort, wo der Mond zur Zeit des ☌ steht. Die nördliche Breite sey zunehmend und in einer Stunde = nh, so wird nh nordwärts getragen, und an h, die Linie hr senkrecht auf Ch, gezogen; alsdann von n bis hr der Unterschied der stündlichen Bewegung des Mondes und der Sonne, (damit die Sonne oder ihr entgegengesetzter Punct C in Ruhe gesetzt werden kann) gebracht. Dies trift in r, wo der Mond eine Stunde nach dem ☌ steht. Man zieht hierauf durch diesen Punct und n die Mondbahn FG, auf welcher CL gefällt, L bestimmt, wo der Mond zur Zeit des Mittels der Finsterniß am tiefsten im Schatten steht. Theilt man nr in 60 Min., so giebt Ln an, wie viele Minuten vor dem Zeitpunct in n das **Mittel der Finsterniß** einfällt. Beschreibt man aus L mit dem Halbmesser des Mondes die Mondscheibe, so ist mN die **Größe der Verfinsterung.** Hierauf wird der Unterschied der stündlichen Bewegung des Mondes und der Sonne = nr auch von n gegen F hin, und von r gegen G hin getragen und in Min. eingetheilt. Sucht man nun mit einer Oefnung des Zirkels, die der Summe von den Halbmessern des Erdschattens

und des Mondes gleich ist, von C aus Puncte auf der in Zeit eingetheilten Mondbahn, so werden solche F und G, wo der **Anfang** und das **Ende der Finsterniß** einfällt, angeben. Wird aus F und G der Mond beschrieben, so berührt er zuerst den Schatten in O und zuletzt in P.

470. Die Regeln zur **Berechnung** einer Mondfinsterniß aus den gefundenen Angaben der Tafeln ergeben sich nach der 43. Figur. In dem bey h rechtwinklichten Dreyeck n h r ist Sinus $hrn = \frac{nh}{nr}$

Es ist aber $hrn = nCL$, wie sich leicht erkennen läßt. Dieser Winkel fällt hier an der Westseite des Breitencirculs, weil die nordliche Breite des Mondes zunimmt. Ferner ist in dem bey L rechtwinklichten Dreyeck n C L bekannt, C n die Breite des Mondes in ☌, woraus sich durch n C . Cos. n C L, C L, die kürzeste Entfernung des Mondes vom Mittelpunct des Erdschattens im Mittel der Finsterniß, und dann aus n C , Sin. n C L, L n = dem Unterschied der ☌ und des Mittels der Finsterniß im Bogen findet. Diese letztere, nach dem Unterschied der stündlichen Bewegung des Mondes und der Sonne in Zeit verwandelt und von der Zeit der ☌ in n abgezogen, giebt die Zeit der **größten Verdunkelung.** C m — C L = m L, und m L + L N giebt m N die **Größe der Verfinsterung.** Um den Anfang in F und das

Ende in G zu finden, dienen die beyden an L rechtwinklichten und gleichen Dreyecke LCF und LCG, in welchen die gemeinschaftliche CL und die Hypothenuse CF oder CG bekannt sind. Aus $CF^2 - LC^2$ wird FL^2 also FL gefunden, und diese, zufolge des Unterschiedes der stündlichen Bewegung des Mondes und der Sonne in Zeit verwandelt, giebt **die halbe Dauer**, diese von der Zeit des Mittels in L abgezogen, den **Anfang**, und dazu addirt, **das Ende** der Finsterniß.

471. Eine **Mondfinsterniß** ist allen Ländern, denen der Mond indeß über dem Horizont steht, in **gleicher Größe** und in **gleichen Augenblicken sichtbar**, außer daß sie verschiedene Nachtstunden zählen. Der Mond verliert **wirklich** sein Licht im Erdschatten, und so muß er allen, die ihn alsdann sehen, verfinstert sich zeigen, ob sie ihn gleich wegen seiner Parallaxe in verschiedenen Puncten des Firmaments bemerken, folglich dienen die Mondfinsternisse zur Erfindung des Meridianunterschiedes zweyer Oerter. Es sey z. B. fig 42. der Mond mitten im Erdschatten in m, so wird er in eben dem Augenblick von einem Zuschauer in F, der ihn nach w sieht, des Abends bey Sonnenuntergang (die Erde dreht sich nach FoE um ihre Axe) central verfinstert aufgehen. Ein anderer in o hat alsdann den Mond im Meridian, folglich ist bey ihm Mitternacht. Ends

lich sieht man in E zu gleicher Zeit den Mond, der in u erscheint, des Morgens bey Sonnenaufgang central verfinstert untergehen. Nun ist der Mond auf einmal etwa der halben Erde sichtbar: bey der Umwelzung der Erdkugel aber gehen während seiner Verdunkelung noch mehrere Länder in die Nachtseite der Erde.

472. Man erhebe den Pol eines Erdglobus um die Abweichung des verfinsterten Mondes über den Horizont; stelle z. B. **Berlin** unter den Meridian und den Zeiger auf die Zeit des Anfanges der Finsterniß, drehe nun die Kugel um, bis der Zeiger auf Mitternacht steht, so liegt die Nachthalbkugel der Erde über dem Horizont, und sie zeigt alle Länder, welche den Anfang der Finsterniß sehen können; unter dem Meridian culminirt alsdann der Mond. Wird Berlin abermal unter den Meridian und der Zeiger auf die Zeit des Mittels gestellt, dann der Globus umgedreht, bis der Zeiger Mitternacht anzeigt, so bemerkt man alle Gegenden, wo das Mittel sichtbar ist. Stellt man endlich Berlin unter den Meridian und den Zeiger auf die Zeit des Endes, dreht dann den Globus wieder um, bis der Zeiger 12 Uhr Nachts weiset, so zeigen sich alle Länder, wo das Ende zu Gesicht kömmt.

473. Der Rand des Erdschattens erscheint bey den Mondfinsternissen oft äußerst ungleich und durch-

sichtig, welches von der Erdatmosphäre und dem dichtesten Theil des Halbschattens herrührt, wobey besonders die Zeit des Anfangs und des Endes der Finsterniß, imgleichen der Ein- und Austritt der Mondflecken sich nicht genau beobachten läßt. Manche Flecke bleiben auch noch am Rande, auch wol noch eine Strecke im Erdschatten selbst, durch die sich in der Erdatmosphäre brechenden und den Schatten etwas erleuchtenden Sonnenstralen, eine Weile sichtbar. Die beobachteten veränderlichen Farben des Mondes bey seinen Verfinsterungen, hängen größtentheils von seinem verschiedenen Abstande von der Erde, und auch von der Beschaffenheit der Erdatmosphäre, die jedesmal den Rand des Erdschattens bildet, zu der Zeit ab. Im Apogäo erscheint daher der verfinsterte Mond gemeiniglich röthlich und überhaupt lichter als im Perigäo; und er pflegt sich selbst total verdünkelt in rother Farbe zu zeigen. Die Länge des Erdschattens übertrift fast viermal den Abstand des Mondes von uns, denn der Unterschied der beyden Halbmesser der Sonne und Erde verhält sich zur Entfernung der Erde von der Sonne, wie der halbe Erddurchmesser zur Länge des Erdschattens, welche hiernach etwa auf 186000 Meilen geht.

474. Eine Sonnenfinsterniß entsteht, wenn der Mond zur Zeit seines neuen Lichtes zuweilen ge-

rade zwischen der Erde und Sonne in seiner Bahn hindurchgeht, und letztere entweder völlig, oder zum Theil zu bedecken scheint. Es fällt alsdann der Schatten des Mondes auf die Erde, und entzieht denjenigen Ländern, welche er trift, das Sonnenlicht; und daher ist eine dergleichen Himmelsbegebenheit eigentlich eine **Erdfinsterniß**. Es sey fig. 44. T die Erde; L der Mond und S die Sonne; F der westliche und E der östliche Rand derselben. Der Neumond stehe in L mit S und T beynahe oder genau in einer und derselben Ebene, so kann sein Schatten, welcher gegen die Erde spitz zuläuft, weil die Sonne größer als der Mond ist, auf den Ort r fallen, und hier wird die Sonne vom Mond gänzlich bedeckt erscheinen. In d hingegen zeigt sich zu eben der Zeit die Sonne ohne alle Bedeckung, und der Mond nach u westwärts bey der Sonne. Hieraus ist zu erkennen, daß eine Sonnenfinsterniß 1) **wegen der Parallaxe des Mondes**, welche die Neigung der am Mond von verschiedenen Puncten der Erdoberfläche gezogenen Linien zu erkennen giebt, und 2) **weil dieser Himmelskörper kleiner als die Erde ist**, nicht überall auf der Erde sichtbar ist, auch nicht zu gleicher Zeit und in gleicher Größe gesehen wird.

475. Fig. 44. zeigt besonders den **wahren Mondschatten**, unter welchem die Sonne völlig bedeckt erscheint. Um diesen befindet sich aber noch

der

der Halbschatten, um welchem dieses nur zum Theil geschieht; jene Erscheinung heißt daher eine totale, und diese eine partiale Sonnenfinsterniß. Der Halbschatten breitet sich um den wahren Schatten in einem großen kreisförmigen Raum iar auf der Erdoberfläche aus. An der äußersten Gränze desselben scheinen sich die Ränder der Sonne und des Mondes nur zu berühren, wie in a, wo der Mittelpunct des Mondes in h erscheint, und die Bedeckung zeigt sich immer größer, je näher man dem Mittelpunct r kömmt. Die Größe einer Sonnenfinsterniß wird gleichfalls in Zollen ausgedrückt, deren der Durchmesser der Sonne 12 hat.

476. Wenn die Sonne bey einer Finsterniß von der Erde am entferntesten und der Mond in seiner Erdnähe ist, so übertrift der scheinbare Durchmesser des Mondes den von der Sonne 2 Min. 7 Sec., und es zeigt sich unter r gegen 4 Min. eine **totale und centrale Sonnenfinsterniß.** Erscheinen beyde Durchmesser gleich groß, so berührt genau die Spitze des wahren Mondschattens die Erde, und es zeigt sich unter r eine **totale und centrale Sonnenfinsterniß von augenblicklicher Dauer.** Endlich wenn der scheinbare Durchmesser des Mondes kleiner als der von der Sonne ist, wie dies die mehrste Zeit statt findet, so kömmt die Spitze des wahren Mondschattens nicht bis zur Oberflache der Erde herab, und in

r erscheint der Mond mitten vor der Sonne, so daß er von derselben einen Ring, höchstens $1\frac{1}{2}$ Min. breit, um sich unbedeckt läßt. Dies giebt **ringförmige** Sonnenfinsternisse.

477. Der Mond bewegt sich von Westen gegen Osten, oder fig. 44. von m nach n; und die Erde dreht sich nach eben dieser Richtung, nemlich gegen DrB, um ihre Axe. Ist nun der Mond in m, so kann der östliche Rand seines Halbschattens die Erde zuerst berühren, und der Ort, welcher gerade zu der Zeit daselbst in die erleuchtete Halbkugel der Erde kömmt, sieht die Sonne beym Aufgang unter allen zuerst verfinstert, oder den östlichen Mondrand vor den westlichen Sonnenrand treten. Von da breitet sich der Halb- und ganze Schatten des Mondes auf der Erde aus. Kommt der Mond in L, so scheint er die Sonne für r gerade um die Mittagszeit zu bedekken; und wenn er in n anlangt, so verläßt der westliche Rand seines Halbschattens in B die Erde, und der Ort, welcher alsdann daselbst in die Nachtseite der Erde geht, sieht bey Sonnenuntergang den westlichen Mondrand den östlichen Sonnenrand zuletzt berühren. Der Mondschatten läuft demnach von Westen gegen Osten über die Erdoberfläche, und die westlichen Länder müssen daher die Sonne früher als die östlichen verfinstert sehen.

478. Die Theorie und die Berechnung der Erscheinung einer Sonnenfinsterniß, sowohl **allgemein für die ganze Erde** als **für einzelne Oerter**, ist wegen der sich beständig dabey einmischenden Parallaxe des Mondes viel schwerer und weitläuftiger als bey den Mondfinsternissen einzusehen, und ins Werk zu richten; beydes wird aber sehr erleichtert, wenn man solche als wirkliche Erdfinsternisse vorstellt, und den Zuschauer sich auf dem Neumond gedenkt. **Denn der scheinbare Halbmesser der Erde, aus dem Mond gesehen, ist genau der horizontalen Mondparallaxe, weniger der horizontalen Sonnenparallaxe, gleich; der Halbmesser des wahren Mondschattens findet sich aus dem Unterschiede, und der Halbmesser des Mondhalbschattens aus der Summe der Halbmesser der Sonne und des Mondes.** Hiernach läßt sich, zufolge der Angaben der Sonnen- und Mondtafeln, für die Zeit der Finsterniß ihre verhältnißmäßige Größe und ihr Weg über die Oberfläche der Erde finden.

479. Da die Ebenen der Bahn des Mondes und der Ecliptik sich um mehr als 5 Grad gegen einander neigen, so können nur diejenigen Neumonde, welche gerade im ☊ oder ☋ einfallen, oder bey welchen der Theil der Mondbahn m n genau durch die Zusammenkunftslinie T S in L geht, eine centrale Sonnenfin-

sterniß von der größesten Dauer in r verursachen: denn alsdann läuft der Halbschatten, von der Sonne aus gesehen, mitten über die Oberfläche der Erde. Je größer aber der Abstand des Neumondes von jener Linie nach Norden und Süden, oder die Breite desselben ist, desto geringer ist der Theil vom Halbschatten, der an der Nord- oder Südseite auf die Erde fällt. Wenn die Mondsbreite in der ☌ dem Unterschied der horizont. Parallaxe ☾ — horizont. Parallaxe ☉ gleich ist, so berührt der Mittelpunct vom Halbschatten nur den Rand der Erde, und dann hört die Möglichkeit auf, daß eine centrale Finsterniß irgendwo auf der Erde sich zeigen kann; wenn aber diese Breite jenen Unterschied + Halbm. ☾ + Halbmesser ☉ übersteigt, so fällt der Halbschatten gänzlich außerhalb der Erde, und es ist gar keine Finsterniß möglich. Bey dem ungleichen Lauf des Mondes lassen sich die Gränzen, innerhalb welchen eine Erdfinsterniß entweder **wahrscheinlich** oder **gewiß** geschieht, auf 21 und 15 Grad Abstand des Neumondes vom Knoten festsetzen, woraus abzunehmen ist, daß Erdfinsternisse häufiger vorfallen als Mondfinsternisse.

480. Eine zweite Ursache, warum nicht alle Neumonde Sonnenfinsternisse mit sich bringen, ist, weil der Mond nicht immer in dem nemlichen Puncte des Thierkreises mit der Sonne zusammen kömmt. Er

kann z. B. in einer ☌ 30° östlich, und also zu weit vom Knoten entfernt seyn, mit dem er bey der zunächst vorhergehenden genau zusammentraf, und eine centrale Sonnenfinsterniß verursachte. Wiewohl auch oft zwey Neumonde nach einander partiale Erdfinsternisse mitbringen, weil nemlich der erste so weit westlich, und der andere östlich vom Knoten fallen kann, daß der Abstand jene Gränzen nicht überschreitet, welches bey Vollmonden nicht statt findet. Da ferner die Knoten gegen Westen zurückweichen, so fallen auch die Sonnenfinsternisse daher nach und nach in mehr westlichen Puncten des Thierkreises.

481. Die zur Berechnung einer Erdfinsterniß, sowohl nach ihrer allgemeinen Erscheinung für die ganze Erde als für einen einzelnen Ort, nöthigen Stücke, werden aus den **Sonnen-** und **Mondtafeln** genommen. Man kann vorläufig nach leichten Regeln wissen, wenn ein Neumond, bey welchem eine Erdfinsterniß möglich ist, einfällt. Alsdann sucht man aus jenen Tafeln: **Die genaue Zeit der wahren ☌ nach der Uhr des Orts der Beobachtung, da nemlich die Länge des Mondes auf die Ecliptik reducirt mit der Länge der Sonne genau übereinstimmt;** und ferner diesen Zeitpunct: **Die Breite des Mondes und deren stündliche Veränderung, stündliche Bewegung, Halbmesser und Parallaxe des Mon-**

des und der Sonne ꝛc. Aus diesen und andern erforderlichen Angaben läßt sich alsdann der Anfang, das Mittel und Ende, die Größe ꝛc. einer Sonnenfinsterniß für einen gegebenen Ort trigonometrisch berechnen; allein dieses Unternehmen wird, wegen der Parallaxe des Mondes, weitläuftig. Man kann aber auch, vermittelst eines Entwurfs der Erdfläche zur Zeit des Neumondes, zufolge der vorhin beygebrachten Gründen, die Wirkung der Parallaxe, und damit die ganze Erscheinung einer Sonnenfinsterniß für einen jeden gegebenen Ort bestimmen. Zugleich ergiebt sich nach einer solchen Zeichnung und mit Beyhülfe einer Erdkugel, was der wahre oder Halbschatten des Mondes über die Erdoberfläche für einen Weg nimmt, in welchen Ländern folglich die Sonnenfinsterniß sichtbar fällt ꝛc. Ich habe das ganze Verfahren in der **Erläuterung** ꝛc., Seite 588—598, auseinander gesetzt.

482. Es sey fig. 45. DE die Ecliptik in ihrer Lage am westlichen Himmel zur Zeit einer Sonnenfinsterniß für einen gewissen Ort; in C die Sonne; Cn ein Breitenkreis, und PS der durch die Sonne gehende Meridian. Der Neumond trete in n ein um IV U. 30′, und seine Breite sey nördlich und = Cn; die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne, und die stündliche Zunahme der Breite sey bekannt: so läßt sich die wahre, oder aus dem Mittel

punct der Erde gesehene, in Ansehung der Sonne relative Mondbahn AB ziehen, und wo der Mond z. B. von Stunde zu Stunde auf derselben steht, bemerken. HL ist ein um IV Uhr 30′ durch den Mittelpunct der ☉ gehender Verticalkreis. Hätte nun der Mond keine Parallaxe, so würde hier sein Mittelpunct dem nordlichen Sonnenrande vorbeygehen, und er einen nordlichen Theil der Sonne bedecken. So aber wird er um die Größe seiner Höhenparallaxe in einem jeden Verticalkreis niedriger gesehen. Man ziehe daher von dem Punct der Mondbahn AB, nemlich IV Uhr 30′, eine Verticallinie parallel mit HL herunter, und von V. 30 der Mondbahn eine andere; um VI Uhr 30′ wird etwa der Sonnen-Verticalkreis, und auch mit diesem wird von VI Uhr 30′ unterwärts eine senkrechte Linie parallel gezogen.

483. Die Höhenparallaxe des Mondes für eine jede dieser drey Zeitmomente kann aus dem allgemeinen Entwurf, oder einer Rechnung bekannt seyn. Man trägt also solche von der wahren Mondbahn in den gezogenen Verticallinien herunter, so ergeben sich drey scheinbare Oerter des Mondes, und durch diese läßt sich diejenige Bahn, in welcher der Mond für den Ort der Beobachtung der Sonne vorbey zu gehen scheint, nemlich GM, ziehen. Ist nun der scheinbare Mittelpunct des Mondes in a, so fängt sein Rand an die Sonne bey r zu berühren, und macht

den Anfang der Sonnenfinsterniß. In m ist die nächste scheinbare ☌ und zugleich die größte Verfinsterung. Kömmt endlich der Mittelpunct nach b, so verläßt der westliche Rand des Mondes den östlichen Sonnenrand bey t, womit sich die Finsterniß endigt. Nun ist z. B. alsdann b der scheinbare Ort des Mondes; in d steht er zu gleicher Zeit in seiner wahren Bahn, aus dem Mittelpunct der Erde beobachtet; cE ist seine wahre Entfernung von der Sonne in der Länge, Ed seine wahre Breite nördlich; ce aber ist sein scheinbarer Abstand von der Sonne, und eb seine scheinbare Breite südlich. Folglich verursacht hier die Höhenparallaxe db eine Parallaxe in der Länge = eE, und in der Breite = Ed + eb.

484. Die **Sonnenfinsternisse** können weit sicherer, wie die **Mondfinsternisse**, zur Erfindung der **geographischen Länge** oder des Meridians zweyer Oerter dienen. Sie erfordern aber eine weitläuftige Berechnung wegen der Wirkung der Mondparallaxe, um nemlich z. B. die an beyden Oertern beobachtete **scheinbare** Berührung der Sonnen- und Mondränder beym Anfang und Ende der Finsterniß auf eine aus dem Mittelpunct der Erde gesehene, folglich **wahre**, zu reduciren; denn nachdem dies geschehen, läßt sich erst auf den Unterschied der Meridiane schliessen. S. den Abschnitt **von der Schiffahrt.**

485. Sonnenfinsterniſſe fallen häufiger als Mondfinsterniſſe vor, ſind aber für einzelne Oerter ſeltener als die letztern, weil der Mondſchatten, auch wenn er mitten über die Erdoberfläche fortläuft, doch nur einen Theil derſelben bedecken kann. Der wahre Schatten des Mondes kömmt bey den wichtigſten Sonnenfinſterniſſen zur Erde herab, und ſeine Breite kann auch aufs höchſte nur einige 30 Meilen austragen: daher ſind totale und centrale Sonnenfinſterniſſe für einen beſtimmten Beobachtungsort äußerſt ſeltene Himmelsbegebenheiten, ſo wie genaue ringförmige, folglich auch zugleich centrale, indem bey letzterem gerade der Mittelpunct des Mondhalbſchattens denſelben treffen muß.

486. Die Anzahl der Finſterniſſe in einem Jahre kann auf 7 gehen, und dann treffen ſie im Januar, Julius und December ein. Es müſſen jährlich wenigſtens zwey Sonnenfinſterniſſe einfallen, weil die Sonne nach 6 Monaten in die Nachbarſchaft der Mondknoten kömmt. Je größer die Sonnenfinſterniſſe in einem Jahre ſind (aus dem Mittelpunct der Erde betrachtet), deſto kleiner werden die Mondfinſterniſſe. Neumonde, welche vor und nach einer totalen Mondfinſterniß vorfallen, bringen gemeiniglich Sonnenfinſterniſſe mit. Wenn aber ein Neumond gerade im ☊ oder ☋ eintritt, ſo iſt der zunächſt vorhergehende Vollmond noch zu weit vor dem Knoten,

und der nächher folgende demselben schon zu weit vorbey, um verfinstert zu werden: und daher kann in einem solchen Jahre, worin zwey centrale Sonnenfinsternisse eintreffen, keine Mondfinsterniß entstehen *). Da 12 Neu- und Vollmonde in 354 Tagen eintreffen, so zeigen sich Finsternisse, welche in diesem Jahre ansehnlich gewesen sind, im künftigen um 11 Tage früher, wiewohl mit einer veränderlichen Größe, indem die Mondknoten jährlich um 19° zurückgehen. Nach 18 Jahren und 11 Tagen sind 223 Neumonde; und da indeß die Mondknoten beynahe den ganzen Himmel herumkommen, so kehren die Finsternisse im 19ten Jahre wieder. Eben dieses geschieht auch mit immer mehr Genauigkeit nach Verlauf von 358, 3445 ꝛc. Neumonden.

487. Da der **Mond** der Erde am nächsten steht, so kann er auch, außer der Sonne, alle Planeten und diejenigen Fixsterne, bey welchen er monatlich im Thierkreise vorbeygeht, bedecken oder sich zwischen denselben und unsern Augen stellen. Diese Himmelsbegebenheiten sind wegen der Parallaxe des Mondes gleichfalls nicht überall, sondern nur da auf der Erde sichtbar, wo Linien aus dem Stern und mit derselben parallel durch den Mond gezogen, ihre Oberfläche treffen, und die Bedeckung zeigt sich zur Zeit der ☌

*) Alles dies zeigt Lamberts ecliptische Tafel durch den Augenschein.

des ☾ und Sterns auf einmal in einem Kreise, der dem Durchmesser des Mondes gleich ist. Die Erde dreht sich gegen Osten, und der Mond kömmt von Westen her, demnach sind Bedeckungen der Sterne vom Mond gleichfalls den westlichen Ländern früher als den östlichen sichtbar, und Oerter, die beym Aufgang oder Untergang des Mondes den Stern ein- oder austreten sehen, bemerken die Erscheinung zuerst und zuletzt. Wenn der Mond einen Fixstern oder Planeten, mit dem er in ☌ eine gleiche Länge erhält, irgend auf der Erde bedecken soll, so muß der Unterschied seiner Breite, und der Breite des Sterns die Summe der jedesmaligen Horizontalparallaxe und Halbmesser des Mondes nicht übersteigen. Nun kann z. B. im Perigäo erstere auf $61\frac{1}{2}$ Min., und letzterer auf $16\frac{3}{4}$ Min., also die Summe von beyden auf $1^\circ\ 18\frac{1}{4}'$, gehen.

489. Die größte Breite des Mondes beträgt 5° $18'$, hiezu obige $1^\circ\ 18\frac{1}{4}'$ addirt, geben $6^\circ\ 36\frac{1}{4}'$ als die größte Breite, die ein Stern haben kann, um bey dieser größten Mondsbreite da, wo der Mond im Horizont gesehen wird, noch vom Mondrand getroffen zu werden; demnach liegen alle Sterne, die der Mond bedecken kann, zu beyden Seiten der Ecliptik bis auf $6^\circ\ 36\frac{1}{4}'$, folglich in $13^\circ\ 12\frac{1}{2}'$ breiten Zone. Wenn man nur die Sterne bis zur fünften Größe rechnet, so kommen in den Sternenverzeichnissen

etwa 180 Sterne vor, deren Breite 6° $36\frac{1}{4}'$ nicht übersteigt. Rechnet man beyläufig, so können von dieser Summe monatlich etwa 36 bedeckt werden, weil der Mond jedesmal, von der ganzen Erdfläche betrachtet, einen Streifen von 2° 36′, = 2 . horizontalen Parallaxe und Halbmesser ☾ oder den 5ten Theil der Breite jener Zone einzunehmen scheint. Für einen einzelnen Ort aber muß statt 2° 36′ nur der Durchmesser des Mondes selbst = höchstens $33\frac{1}{2}$ Minuten genommen werden, und so finden sich durch $\frac{36 \cdot 33\frac{1}{2}'}{156'}$ nur 7 bis 8 Sterne, die in Zeit von einem Monat bedeckt erscheinen können. Nimmt man noch hinzu, daß die Bedeckungen der Sterne vierter und fünfter Größe vom Mond nicht anders sichtbar sind, als wenn der Mond zur Zeit der ☌ mit denselben wenig Licht hat, so ergiebt sich, daß diese Himmelsbegebenheiten wirklich nicht so häufig vorfallen, als man Anfangs glauben möchte.

490. Behielte die Mondbahn eine unveränderliche Lage im Thierkreise, so würden nur alle weniger als 1° 18′ nord- und südwärts von ihr entfernte Sterne bey einem jeden Umlauf vom Mond bedeckt erscheinen. In der Gegend der Mondknoten wäre dann 1° 18′ die größte Breite, aber 90° vom ☊ oder ☋, da wo die Mondbahn selbst 5° 18′ von der Ecliptik liegt, ginge diese Breite auf 5° 18′ + 1° 18′ = 6° 36′

und so würden sich die Bedeckungen der Fixsterne vom Mond noch seltener, als obiger beyläufiger Ueberschlag angiebt, einstellen. Da aber die Mondknoten, und folglich auch die Puncte der größten Mondsbreiten in etwa 19 Jahren rückwärts, oder von Osten gegen Westen, jene in dem Kreise der Ecliptik, und diese in dem 6° 36′ nord- und südwärts davon gelegenen Parallelkreise herumkommen, so ist die Lage der Mondbahn in dieser Zwischenzeit periodisch veränderlich, und es können mittlerweile alle Sterne des Thierkreises bis zu 6° 36′ Breite nach und nach vom Monde getroffen werden.

491. Die allgemeinen Umstände der Bedeckung eines Fixsterns oder Planeten vom Mond, lassen sich auf eine ähnliche Art, zufolge der aus astronomischen Tafeln bekannten Stücke, wie bey den Erdfinsternissen durch eine Zeichnung oder Berechnung finden. Sie kann eben sowohl wie jene, zur Erfindung und Berichtigung des Meridianunterschiedes der Oerter, wo sie bemerkt worden, dienen, wenn man dabey die Berechnungen unternimmt, welche die Mondparallaxe nothwendig macht, um den scheinbaren Ein- und Austritt auf den wahren zu reduciren, und haben noch den Vorzug, daß sie weit öfterer vorfallen. Der Ein- und Austritt der Planeten, wie auch der Sterne erster und zweyter Größe ist, wenn der Mond wenig Licht hat, mit bloßen Augen zu erkennen. Un-

terdessen werden dergleichen Beobachtungen überall mit Fernröhren angestellt. Wenn der Mond überhalb erleuchtet ist, so macht er durch seinen Schein einen nahe bey ihm stehenden kleinen Fixstern unkenntlich, und es hält schwer, dessen Ein- und Austritt, auch mit bewafneten Augen, genau zu bemerken. Die Planeten gebrauchen verschiedene Secunden Zeit, um hinter den Mond zu kommen oder hervorzutreten; allein selbst Fixsterne erster Größe, wegen ihres ganz unmerklichen Durchmessers, nicht eine einzige Sec.

492. **Centrale Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde** sind nur da sichtbar, wo bey der ☌ die auf der Oberfläche entworfene Mondbahn geht. Zu beyden Seiten derselben, in einer Entfernung, die etwa dem Halbmesser des Mondes gleich ist, wird die Bedeckung, obgleich von verschiedener Dauer, bemerkt. Außerhalb dieser Gränze aber geht der Mond dem Stern in einer größern oder geringern Weite nord- und südwärts vorbey: und daher geschehen nahe Zusammenkünfte des Mondes mit Fixsternen oder Planeten für einen bestimmten Ort häufiger, als wirkliche Bedeckungen. Ihre Erscheinungen (wenn die Möglichkeit derselben aus dem Unterschiede der Breite des Mondes und des Sterns nach den obigen Regeln sich ergiebt), die scheinbare Bahn, in welcher der Mond dem Stern vorbeygeht, und andere Umstände, werden, wenn

die dazu nöthigen Stücke aus den astronomischen Tafeln genommen worden, wie bey den Sonnenfinsternissen gefunden. Die Astronomen können auch diese Himmelsbegebenheiten, besonders zur Erfindung der Meereslänge, mit Nutzen beobachten, wenn sie, während dem Vorübergang des Mondes bey einem Stern, von Zeit zu Zeit den Abstand des letztern vom nächsten Mondrand oder den kenntlichsten Mondflecken messen.

493. Die **Zusammenkunft zweyer Planeten** an einem Ort des Himmels, von der Erde aus betrachtet, setzt nur voraus, daß beyde eine gleiche geocentrische Länge haben, und dieses wird alle Jahr verschiedenemal zu beobachten seyn. **Merkur** und **Venus** laufen über 4 und $1\frac{1}{2}$mal ihre Laufbahnen durch, ehe die Erde einmal herum kommt, und legen oft mehr als den ganzen Thierkreis in einem Jahr zurück. Sie können daher für uns einigemal unter sich zusammenkommen, und auch den obern Planeten inzwischen zu begegnen scheinen. Aus der Sonne betrachtet, sind sie allemal nach etwa 145 Tagen beysammen. Von einer Zusammenkunft des **Saturns** und des **Uranus** zur nächstfolgenden, verfließen hingegen 45 Jahr 200 Tage; des **Jupiters** und **Saturns** 19 Jahr 311 Tage; des **Mars** und **Saturns** 2 Jahr 3 Tage; des **Mars** und **Jupiters** 2 Jahr 86 Tage. Diese Zusammenkünfte werden

nun auch in einer etwas kürzern oder längern Zeit von der Erde aus bemerkt. Nur in solchen Jahren, in welchen zwey obere Planeten in der Gegend ihres Gegenscheins mit der Sonne an einem Ort des Thierkreises erscheinen, können selbige, während einigen Monaten, mehrmal zusammenkommen.

494. Wie nahe aber bey einer Zusammenkunft zweyer Planeten der eine dem andern vorbeygeht, dies hängt von dem größern oder geringern Unterschiede ihrer geocentrischen Breite ab. Aus der Sonne betrachtet, fällt der ☊ aller sieben jetzt bekannten Planetenbahnen zwischen dem 16° ♉ und 22° ♋, also auf einen Bogen der Ecliptik von 66 Grad, und folglich der ☋ zwischen 16° ♏ und 22° ♑, so daß die Knoten des ☿ und ♄ diese Gränzen einnehmen. Demnach haben zwey Planeten, wenn sie, von der Erde aus betrachtet, an einem Ort zu stehen scheinen, die mehreste Zeit beyde eine nordliche oder südliche Breite, wodurch nahe Zusammenkünfte befördert werden. Dies trift beym **Mars**, **Jupiter**, **Saturn** und **Uran** fast allemal zu; allein **Merkur** und **Venus** müssen bey ihren geocentrischen Zusammenkünften beyde zugleich entweder disseits oder jenseits der Sonne stehen. Für eine wirkliche **Bedeckung** zweyer Planeten ist die Möglichkeit äußerst eingeschränkt.

495. **Zusammenkünfte der Planeten mit Fixsternen** geschehen sehr häufig. **Uranus** und **Jupiter** haben allemal in ♋ ☊ ♍ ♎ ♏ ♐ eine nordliche, hingegen in ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ und ♊ eine südliche geocentrische Breite. **Saturn** hat in ☊ ♍ ♎ ♏ ♐ ♑ eine nordliche, und in ♒ ♓ ♈ ♉ ♊ ♋ eine südliche Breite. **Mars** läuft in ♊ ♋ ☊ ♍ ♎ ♏ nordlich, und im ♐ ♑ ♒ ♓ ♈ ♉ südlich von der Ecliptik; so wie **Venus**, wenn sie einige Monate vor und nach ihrer obern ☌ mit der Sonne in jenen Zeichen gesehen wird. Einige Zeit vor und nach ihrer untern ☌ mit der Sonne aber hat Venus in den erstern Zeichen gemeiniglich eine südliche, und in den letztern eine nordliche Breite. **Merkur** kommt wenig zu Gesicht. Auf Himmelscharten oder einem Globus ergiebt sich hieraus, und mit Bemerkung der im §. 312. angegebenen größten geocentrischen Breite, welchen Stern diese Planeten nahe vorbeygehen können. **Wirkliche Bedeckungen der Fixsterne von den Planeten** sind seltene Erscheinungen, weil diese wegen der äußerst geringen scheinbaren Durchmesser beyder Arten Himmelskörper erfordern, daß der Unterschied ihrer geocentrischen Breite entweder völlig o sey, oder nur einige Secunden betrage.

496. Wenn **Merkur** und **Venus** zur Zeit ihrer untern ☌ zugleich in die Nachbarschaft ihrer Knoten

kommen, und ihre geocentrische Breite den Halbmesser der Sonne nicht übersteigt, so zeigen sie sich als dunkle runde Flecken auf der Sonne, und rücken in einigen Stunden von Osten gegen Westen über die Sonnenscheibe. Merkur bedeckt alsdann etwa den 150sten, und Venus den 30sten Theil vom Durchmesser der Sonne. Vor Erfindung der Fernröhre, und ehe die Astronomen an die Möglichkeit dieser Erscheinungen dachten, ist Merkur so wenig als Venus vor der Sonne beobachtet worden. Diese Durchgänge, besonders die von der Venus, geschehen äußerst selten, und sind zugleich wichtig und merkwürdig, weil sie die beste Gelegenheit darbieten, die Theorie der Laufbahnen dieser beyden untern Planeten zu berichtigen, und vornemlich, weil ein beobachteter Durchgang der Venus auf die genaueste Erfindung der Sonnenparallaxe führt (§. 402).

497. Der ☊ des Merkurs fällt, aus der Sonne betrachtet, 16° ♉, und folglich ♎ 16° ♏. Da wir nun die Sonne in der Nachbarschaft dieser Puncte den 6ten May und 8ten November sehen, so ist nur um diese Zeit ein Durchgang des Merkurs möglich, und er geschieht wirklich, wenn Merkur alsdann zugleich in seiner untern ☌ mit der Sonne, und nicht über $3\frac{1}{2}$ Grad von seinem ♎ im May oder ☊ im November entfernt ist. Diese zwey Bedingungen treffen aber nur bey wenigen untern Zusammenkünften zu.

Merkur steht zwar alle 116 Tage mit der Sonne in der untern ☌ (§. 298.); allein dies geschieht die mehreste Zeit in ganz andern Puncten des Thierkreises, und er ist daher nicht allemal zugleich bey seinem Knoten. Die periodische Wiederkehr solcher Zusammenkünfte, die Durchgänge mitbringen, trift sich gemeiniglich erst nach 7 oder 13 Jahren bey einem oder dem andern Knoten. Daher hat Merkur vom Jahr 1631 bis zum Jahr 1789 nur 22mal, nach der Berechnung, vor der Sonne erscheinen können, und zwar 16mal im November beym ☊, und 6mal im May beym ☋ *).

498. Der ☊ der Venus fällt, von der Sonne aus betrachtet, im 14° ♊, und der ☋ im 14° ♐. In dem erstern sehen wir die Sonne am 4ten Jun. und im letztern am 5ten December. Demnach können sich nur um diese Zeit Durchgänge der Venus einstellen, und zu ihrer Möglichkeit werden die Bedingungen erfordert, daß Venus in dieser Gegend in der untern Zusammenkunft mit der Sonne, und auch zugleich nicht viel über $1\frac{3}{4}$ Grad von ihrem nächsten Knoten entfernt sey. Beydes trift aber ungemein selten zu. Die Venus kommt zwar alle 584 Tage in die untere ☌ mit der Sonne (§. 298.), und vollendet in 8 Jahren weniger 2 Tagen genau 5mal diesen

*) In diesem Jahrhundert ereignet sich noch ein Durchgang des ☿, nemlich den 7 May 1799, beym ☋.

synodischen Umlauf; allein sie ist nicht allemal zugleich in der Nachbarschaft ihrer Knoten. Gesetzt, Venus komme in diesem Jahre mit der Sonne im Anfang des Junii gleich nach dem ☋ zusammen, und gehe folglich am südlichen Theil der Sonnenscheibe vorüber, so wird sie diesemnach über 8 Jahr im Jun. zwey Tage früher in der untern ☌ mit der Sonne vor dem ☋ seyn, und alsdann nach der Rechnung $19\frac{1}{2}$ Min. nordlicher erscheinen, folglich sind hier zwey Durchgänge in 8 Jahren möglich (weil der Durchmesser der Sonne über 31 Min. austrägt). Wenn dann nach 8 Jahren weniger 2 Tagen die Venus abermal in der Gegend des ☋ bey der Sonne erscheint, so wird sie noch $19\frac{1}{2}$ Min. mehr nordlich stehen, und also nordwärts außerhalb der Sonnenscheibe vorbeygehen. Eben dies wird mit einer zunehmenden Entfernung alle 8 Jahr geschehen, und gemeiniglich erst nach 235 Jahren wird wieder ein Vorübergang bey diesem Knoten möglich, obgleich inzwischen einer oder zwey bey dem gegenüberstehenden oder aufsteigenden Knoten im December vorgefallen seyn können, weil auch hiebey die vorigen Perioden mit einiger Veränderung statt finden.

499. **Kepler** kündigte zuerst Anno 1627 nach seinen Tafeln zwey Durchgänge der Venus in den Jahren 1631 und 1761 an; ersterer erfolgte aber nicht. Hingegen erschien Venus den 4 Dec. 1639

wirklich vor der Sonnenscheibe, und dieser Durchgang wurde bloß von Horocciius in England erwartet und beobachtet. Der zweite Durchgang ist 1761 den 6ten Jun. erfolgt, und die Astronomen waren lange im voraus durch Halley auf die wichtigen Vortheile, welche die genauen Beobachtungen dieser seltenen Erscheinung der Sternkunde leistet, aufmerksam gemacht. Der dritte Durchgang traf 1769 am 3ten Jun. ein, und wurde nicht weniger, wie jener, der Sternkunde vortheilhaft wahrgenommen. Die beyden nächsten Durchgänge werden sich erst ereignen im Jahr 1874 den 9ten December, und 1882 den 6ten December.

500. Die **Berechnung** eines Durchganges der **Venus** oder des **Merkurs** wird aus den Sonnen- und Planetentafeln vorgenommen. Man sucht die **Zeit der wahren ☌ des Planeten mit der Sonne in der Ecliptik und seine geocentrische Breite; die Zeit des Mittels und die nächste ☌ der Mittelpuncte; den Ein- und Austritt, alles für den Mittelpunct der Erde:** woraus sich nachher das, was die Parallaxe der Sonne und der Venus an der Erscheinung, aus irgend einem Punct der Erdoberfläche betrachtet, verändert, finden läßt.

501. Nun sey fig. 46. S der Mittelpunct der Sonne, C der Erde, se ein Theil der Venusbahn

in der Nähe ihres ☊ oder ☋ bey den Durchgängen: so muß Venus, aus C betrachtet, vor der Sonnenscheibe vorübergehn, mittlerweile dieselbe sr zurücklegt. Kommt sie in s, so berührt sie den östlichen Rand der Sonne bey K in v; ist sie mitten auf ihrem Wege und zeigt sich bey S, und langt sie in r an: so verläßt sie bey L den westlichen Rand der Sonne. Nun bewegt sich alsdann Erde und Venus nach einer gleichen Richtung (wie die Pfeile zeigen). Der Unterschied beyder Bewegungen giebt also die relative Geschwindigkeit, mit welcher die Venus den Bogen sr zurücklegt, folglich die Zeit, welche sie dazu anwendet, aus dem Mittelpunct der Erde gesehen.

502. Nun dreht sich die Erde nach der Richtung dbac um ihre Axe; bc und ad sind zwey Meridiane, welche da, wo sie sich durchschneiden, den Nordpol bezeichnen. Für einen Beobachter in u tritt Venus erst, wenn sie in g steht, bey K in die Sonne; und wenn dieser durch die Umwälzung der Erde mit einer dem Lauf der ♀ entgegenstehenden Richtung bis in o geführt wird, schon in i bey L wieder aus derselben. Die Dauer des Durchganges ist also für ihn **kürzer**, als aus dem Mittelpunct der Erde gesehen. Ein anderer Ort m liege nun an der in Ansehung der Sonne gegenüberstehenden Seite des Pols, und dieser wird, durch die Umdrehung der Erde, mit dem Lauf der Venus in gleicher Richtung von m nach n geführt.

Dieser steht kurz vor ☉ Untergang in m schon die ♀, wenn sie in f ist, bey K vor die Sonne treten, und bald nach ☉ Aufgang in n erst, da ♀ in e steht, wieder bey L austreten, so daß für ihn die Dauer des Durchganges länger ist, als aus dem Mittelpunct der Erde. Die genaue Beobachtung der verschiedenen Dauer des Vorüberganges der Venus an solchen Oertern, wie u und m, verglichen mit dem was die astronomischen Tafeln oder wirklichen Berechnungen für den Mittelpunct der Erde geben, führen zur Bestimmung des Unterschiedes der horizontalen Parallaxe der Venus und Sonne, woraus sich, zufolge beider verhältnißmäßigen Entfernungen, die Parallaxe der Sonne selbst finden läßt *).

*) S. Röhls Merkwürdigkeiten von den Durchgängen der Venus (Greifsw. 1768), und meine Abhandlung vom Durchgang der Venus 1769, (Hamburg 1769).

Zehnter Abschnitt.

Von den Kometen, ihrer Gestalt, Anzahl, scheinbaren und wahren Bewegung, Lauf der bisher bekannten; Austheilung und Bestimmung.

503.

Diese Himmelskörper erscheinen nur von Zeit zu Zeit und unerwartet. Sie haben gemeiniglich ein blasses Licht, eine runde planetenähnliche Gestalt, sind aber in einem neblichten Lichtschimmer eingehüllt, viele haben einen blassen, andere einen glänzenden Schweif, der sich oft durch eine große Weite des Himmels erstreckt. Sie durchlaufen während ihrer Sichtbarkeit eine größere oder geringere Strecke am Firmament nach allen möglichen Richtungen mit sehr verschiedentlicher Geschwindigkeit. Man sieht sie oft schon durch Fernröhre, ehe sie den bloßen Augen sichtbar werden, oder sie zeigen sich noch dadurch eine Zeitlang, wenn unbewafnete Augen keine Spur mehr von ihnen bemerken.

504. Die Kometen laufen um die Sonne, dies ergiebt sich aus ihren nunmehr bekannten regelmäßi-

gen Bahnen. Sie haben ihr Licht, wenigstens zum Theil, von der Sonne, denn sie erscheinen durch Fernröhre betrachtet, gewöhnlich nach der Seite der Sonne hin etwas heller. Einige sollen sich auch zufolge ihrer Stellung gegen Erde und Sonne nur zum Theil erleuchtet gezeigt haben. Sie sind beständige Weltkörper, dies schließt man aus ihrem den Planeten ähnlichen Lauf, ferner, weil wirklich einer unter ihrer großen Menge schon verschiedenemal wiedergekehrt ist.

505. **Lubiniezki, Hevel** und andere, haben Verzeichnisse von mehr als 400 in den Geschichtsbüchern angemerkten Kometen, welche vom 23sten Jahrhundert vor, bis zur Mitte des 16ten Jahrhunderts nach Christi Geburt erschienen seyn sollen, mit allen diesen Weltkörpern ehemals angedichteten Unglücksbistorien geliefert, worunter man aber nur die Bahnen von 10 Kometen berechnen können *). Da man jetzt den gestirnten Himmel mit Fernröhren oft durchzumustern Veranlassung findet, so werden zufälligerweise auch die beständig mit bewaffneten Augen oft nur als schwache Nebelflecke kenntlichen Kometen entdeckt und beobachtet, und daher hat sich die Anzahl der er-

*) S. dies Kometenverzeichniß im 1sten Bande der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln, Seite 23 bis 34. Die Alten haben aber auch oft Luftmeteore, Nordlichter, Feuerkugeln 2c. für Kometen angesehen.

schienenen Kometen in den letztern 30 Jahren ungemein vermehrt *).

506. Die Philosophen der pythagorischen Schule haben sich bereits sehr richtige Vorstellungen von den Kometen gemacht, und schon **Seneca** hat uns merkwürdige Gedanken über diese Körper hinterlassen. Desto sonderbarer aber ist es, daß sich noch bis zu Anfang dieses Jahrhunderts, die ungegründetsten Erklärungen über die Natur derselben bey den berühmtesten Astronomen und Naturforschern erhalten haben. **Aristoteles, Ptolemeus, Tycho, Kepler, Galiläus, Hevel** und andere, sahen die Kometen für Ausdünstungen unserer Atmosphäre oder der andern Planeten, für neu entstandene Weltkörper ꝛc. an. **Tycho** bemerkte zuerst, daß sie eigne Bahnen im Sonnensystem beschreiben, weiter wie der Mond von uns stehen müssen, und folglich keine Lufterscheinungen seyn können, wiewol er über die eigentliche Gestalt dieser Bahnen, so wie **Kepler, Galiläus**, der ältere **Cassini** und andere, eine unrichtige Meinung hegte. **Hevel** nahm schon an, daß die Kometen, welche er für irdische Theile aus andern Planeten hielte, aus denselben nach einem gegen die Sonne

*) Meßier und Mechain in Paris haben besonders das Glück gehabt, seit 33 Jahren durch fleißiges Nachsuchen allein gegen zwanzig Kometen durch Fernröhre zu entdecken.

sich krümmenden parabolischen Bogen im Weltraum fortgeworfen würden. **Dörfel**, ein Landgeistlicher in Sachsen, bemerkte zuerst, daß man voraussetzen könne, die Kometen beschreiben, so lange sie uns sichtbar sind, parabolische Bahnen, in deren Brennpunct die Sonne liegt. Diese Theorie wurde nachher von **Newton** bewiesen und allgemein als richtig erkannt.

507. Die **scheinbare Bahn** eines Kometen ist diejenige, welche derselbe während seiner Sichtbarkeit am Firmament zurücklegt, sie ist die mehreste Zeit, zumal wenn sie sich durch viele Gestirne fortzieht und der Komet sich lange zeigt, gekrümmt, oder weicht von der Lage eines größten Kreises der Himmelskugel merklich ab. Die Kometen laufen unter jeder Richtung durch alle Gestirne. Dieser geocentrische Lauf wird oft sehr ungleich; auch kann ein Komet bey seiner Wiederkehr ganz anders wie das erstemal am Himmel fortrücken, und in andern Sternbildern erscheinen. Die Kometen sind nur einige Monate sichtbar.

508. Die **wahre Bahn** eines Kometen hingegen ist diejenige, in welcher er seinen Umlauf um die Sonne vollführt. Sie wird aus der beobachteten scheinbaren berechnet, und dabey die Bewegung der Erde um die Sonne vorausgesetzt, denn erst hierbey ergiebt sich ihre regelmäßige Gestalt. Sie ist eine sehr excentrische Ellipse, die sich gewöhnlich von der Sonne

bis weit über alle uns bekannten Planetenbahnen hinaus erstreckt, und in deren einem an der gegen uns gekehrten Seite befindlichen Brennpunct die Sonne liegt. Je näher die Kometen in ihrem Perihelio der Sonne kommen, desto schmäler oder länglichter sind ihre elliptische Laufbahnen. Sie neigen sich unter allen möglichen Winkeln gegen die Ebene der Erdbahn. Die Dauer des periodischen Umlaufs der Kometen muß bey den mehresten auf Jahrhunderte gehen.

509. In solchen elliptischen Bahnen, wie fig. 47. zwey derselben in Ansehung des der Sonne am nächsten liegenden Theils vorstellt, kommen die Kometen aus unermeßlichen Entfernungen gegen die Sonne und in die Nachbarschaft der Erdbahn herab, und indem sie diese Gegend durchlaufen, können sie uns, wenn sie gegen die Nachtseite der Erde stehen, und Licht und Größe genug haben, sichtbar werden. Ihre Bewegung nimmt mit ihrer Annäherung gegen die Sonne zu; daher legen sie diesen untern Theil der Bahn verhältnißmäßig gegen den übrigen weit größern sehr geschwind zurück, und ihre Erscheinung am Himmel kann nicht lange dauern. Eben so nimmt bey den geschweiften Kometen die Länge ihrer Schweife, welche sich der Sonne gerade gegenüber zu erstrecken pflegen, bey vielen zu, je näher sie der Sonne kommen. Es hängt aber von ihrer Stellung gegen Erde und Sonne ab, um den Schweif der

ganzen Länge nach, oder nur zum Theil, oder gar nicht zu sehen.

510. In fig. 47. gehört die länglichste Bahn von beyden dem Komet, welcher im Herbst des Jahres 1769 sichtbar war. Er erreichte sein Perihelium innerhalb der Bahn des Merkurs, und kam der Sonne achtmal näher als die Erde. ☋ ☊ ist seine Knotenlinie, an welcher man sich die um 41 Grad neigende Bahn des Kometen auf die Ebene der Ecliptik (des Papiers) niedergelegt, vorstellen muß. Er wurde im Anfang des Augusts entdeckt, und ließ sich im August und September im ♉ ♊ ♋ sehen. Er lief mit einer südlichen zunehmenden Breite von Westen gegen Osten durch den **Stier, Orion** ꝛc., und war also rechtgängig. Der Schweif erstreckte sich westwärts. Die Erde rückte grade gegen den Kometen, und beyde kamen einander etwa um den 10ten September ziemlich nahe, daher der Komet sich um diese Zeit in seinem größten Ansehen zeigte. Seine scheinbare Bewegung war am schnellsten, und der Schweif erschien über 40° lang. Gegen Ende des Septembers wurde er in der Morgendämmerung unsichtbar und ging zur Sonne. Den 7ten October war er in seinem Perihelio. So wie sich der Komet nachher wieder an der Ostseite von der Sonne entfernte, zeigte er sich gegen Ende des Octobers des Abends am westlichen Himmel, wegen seiner großen Entfernung aber

nur in einer geringen Größe, unter einer nördlichen Breite, im Schlangenträger. Von seinem Schweif war, nunmehr linker Hand, wenig zu erkennen. Seine scheinbare Bewegung ging auch hier gegen Osten, aber äußerst langsam. Er verlor sich endlich im November völlig aus dem Gesicht des Erdbewohners *) Die zweite Bahn gehört dem Kometen von 1773; er kam am 12ten September im Perihelio.

§ 11. Die Kometen bewegen sich in **elliptischen** Bahnen, und nicht in **parabolischen**, denn sonst würden sie niemals wieder zur Sonne zurückkehren, weil, die als Parabeln gezeichnete Kometenbahnen mit dem zunehmenden Abstand von der Sonne immer weiter auseinander gehen. Unterdessen, weil der zunächst um die Sonne herumliegende Theil der elliptischen Bahn nur klein im Verhältniß desjenigen ist, in welchem der Komet außerhalb dem Gesichtskreis der Erde fortläuft, und daher zugleich nicht merklich von der Gestalt einer Parabel abweicht, so nimmt man zur Erleichterung der Rechnung an, der Komet bewege sich wirklich, so weit wir dessen Lauf beobachten können, in einer parabolischen Krümmung um die Sonne, als ihren Brennpunct, denn so läßt sich dieses Stück der Bahn aus der berechneten perihelis

*) S. meine Abhandlung über diesen Kometen, nebst dem Entwurf seiner wahren Laufbahn um die Sonne. 8. Hamb. 1769.

schen Entfernung des Kometen und einigen Abständen desselben von der Sonne finden. Wenn es aber, der Wahrheit gemäß, elliptisch verzeichnet werden sollte, so müßte man auch den Abstand des zweyten Brennpuncts in der Gegend der Sonnenferne wissen; allein hierzu muß die Wiederkehr des Kometen abgewartet werden, wozu sich aber bis jetzt wenig Gelegenheit gefunden *).

§ 12. Die Voraussetzung, daß alle Kometen in der Nähe der Sonne und Erdbahn, parabolische Bahnen beschreiben, die von sehr eccentrischen Ellipsen wenig unterschieden sind, verschafft den Vortheil, daß man, zufolge des Keplerschen Satzes, mit Beihülfe der höhern Geometrie, für eine gewisse angenommene Entfernung des Periheliums, die Geschwindigkeit berechnen kann, mit welcher ein Komet, aus der Sonne betrachtet, vom Perihelio an einen Bogen von 90° zurücklegt, und alsdann hiernach, durch eine leichte Reduction, die Geschwindigkeit aller übrigen Kometen, deren Perihelien der Sonne näher oder davon entfernter liegen, findet.

*) Eine Parabel ist ein Kegelschnitt, und entsteht, wenn ein geometrischer Kegel parallel mit einer Seite durchschnitten wird. Ihre Entwerfung und Eigenschaften lehrt die höhere Geometrie. Die Bahnen der beyden Kometen fig. 47. sind Parabeln.

513. Man hat nemlich aus den Gesetzen der Schwere und den Eigenschaften des Kreises und der Parabel gefunden, daß die Geschwindigkeit der Erde in einer vorausgesetzten Kreisbahn sich zur Geschwindigkeit eines Kometen in seinem angenommenen parabolischen Bogen **bey einem der Erde gleichen Abstand von der Sonne** verhalte wie 1 zur Quadratwurzel aus $2 = 1 : 1,414 = \frac{7}{5}$ beynahe. Oder die Geschwindigkeit des Kometen im Perihelio ist $\frac{7}{5}$ von der Geschwindigkeit der Erde. Da nun die Flächenräume oder Sectores der Bahnen in gleichen Zeiten beständig einander gleich bleiben, so muß sich das vorige Verhältniß derselben bey diesem Kometen und der Erde, in allen Entfernungen des erstern von der Sonne, erhalten. Man hat hier noch gefunden, daß ein Komet, dessen Abstand im Perihelio dem Halbmesser der Erdbahn gleich ist, 109,6 Tage braucht, um 90° Anomalie (die man bey den Kometen allemal vom Perihelio an rechnet) zurück zu legen.

514. Zur Berechnung des Orts eines Kometen für eine jede gegebene Zeit wird aber auch erfordert, daß man die Anzahl der seit dem Perihelio verflossenen Tage, die einem gewissen parabolischen Bogen, oder dessen Anomalie zukommen, wisse, wobey allemal vorausgesetzt wird, daß die Flächenräume den Zeiten proportional bleiben. Man findet mit Beyhülfe des letztern Satzes, aus den Eigenschaften der

Parabel

Parabel und der vorhin bemerkten 109,6 Tage die Zeit, welche ein solcher Komet seit dem Perihelio bis zu einer gewissen gegebenen Anomalie anwendet. Oder man hat im Gegentheil die Anomalie dieses vorausgesetzten Kometen an einem jeden Tage vor oder nach dem Perihelio berechnet, und in einer Tafel angesetzt.

515. Dieser Komet ist von den Astronomen zum Maaßstab der Geschwindigkeit aller übrigen angenommen worden, die in größern oder geringern Entfernungen ihr Perihelium erreichen. Die Kometen befolgen in ihrer Bewegung ein bey dem Planetenlauf vorkommendes ähnliches Gesetz, nemlich: **Die Quadrate der Zeiten, welche in verschiedenen Parabeln einer gleichen Anomalie zugehören, verhalten sich gegen einander, wie die Würfel der Entfernung der Sonnennähen.** Setzt man nun den Abstand der Erde von der Sonne, und das Perihelium eines Kometen, der nach dem vorigen, in 109,6 Tagen 90° der Anomalie zurücklegt, $= 10$, so wird ein Komet, dessen Perihelium $= 4$ ist, bereits in 27,7 Tagen 90° seiner Anomalie vollenden, denn $10^3 : 4^3 = 109{,}6^2 : 27{,}7^2$, und eben so findet sich, daß beyde Kometen gleiche Anomalien haben, oder ähnliche Bögen in 35,9 und 9,1 Tagen beschreiben.

516. Zur Berechnung der wahren Bahn eines Kometen werden drey genaue Beobachtungen seines scheinbaren Orts nach Länge und Breite vorausgesetzt;

sie ist aber äußerst mühsam uud ihre Vorstellung für meine gegenwärtige Absicht zu weitläuftig. Herr Lambert hat im dritten Theil seiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik die Bahn eines Kometen durch eine Zeichnung mechanisch zu finden gelehrt, auch folgende Regel gegeben: Man ziehe einen größten Circul durch zwey beliebige Puncte der scheinbaren Bahn, wenn nun solche von demselben gegen den gleichzeitigen Ort der Sonne abweicht, so ist der Komet weiter als die Erde von der Sonne; im Gegentheil aber ist er der Sonne näher als die Erde, wenn jene Abweichung gegen die von der Sonne weggekehrte Seite fällt *).

§17. Halley berechnete zuerst aus gesammleten Beobachtungen die parabolischen Bahnen von 24 zwischen den Jahren 1337 bis 1698 erschienener Kometen. Pingre, de la Caille, Struick, Maraldi, la Lande, Mechain, und Andere, haben noch einige ältere und fast alle neuere Kometen hinzugefügt, so, daß wir nunmehr unter allen seit dem J. 837 sichtbar gewesenen Kometen 80 haben, deren Bahnen berechnet worden. Die Hauptangaben (Elemente) einer Kometenbahn, welche die Lage, Ge-

*) S. Lamberts Insigniores Orbitae Cometarum Proprietates. Herrn de la Lande, 3ten Bande seiner Astronomie, und *Pingré Cometographie.*

stalt und Größe derselben im Sonnensystem bestimmen, sind: Die heliocentrische Länge der Sonnennähe und des ☊, und ob der Komet rück- oder vorwärts geht; die Entfernung des Sonnennähepuncts von der Sonne; die Neigung der Bahn gegen die Ebene der Ecliptik; und die Zeit, da der Komet in seiner Sonnennähe war. Nun fand bereits Halley, daß bey drey unter seinen 24 Kometen, nemlich den von 1531, 1607 und 1682, diese Elemente nahe mit einander zusammentrafen, und daß die Dauer der Zwischenzeit ihrer Erscheinung 75 bis 76 Jahre sey, woraus er schloß, daß dies ein und derselbe Komet gewesen seyn könne. Auch in noch ältern Zeiten hatten sich zwischen 75 oder 76 Jahren, nemlich Ao. 1456, 1380 und 1305 Kometen gezeigt, welches stark vermuthen ließ, daß dies eben der Komet von 1682 gewesen sey. Halley verkündigte demnach hieraus die Wiederkunft dieses Kometen auf das Jahr 1759, welche glücklich erfolgte, und über die Kometenlehre ein allgemeines Licht verbreitete *). Wir können, hiernach zu rechnen, diesen Kometen wieder um das Jahr 1834 er-

*) Der Komet erschien freylich später, als er erwartet wurde; allein Clairaut und Andere haben sehr deutlich bewiesen, daß seine Verspätigung bloß einer auf seinen Lauf gewirkten anziehenden Kraft des Jupiters und Saturns zuzuschreiben sey.

warten. Noch scheinen die Kometen von 1532 und 1661 einen ähnlichen Lauf gehabt zu haben; einige Astronomen folgerten daraus, es sey ein und derselbe gewesen, und erwarteten die Wiederkehr desselben im Jahr 1789 oder 1790, allein sie ist nicht erfolgt *). Aus ähnlichen Gründen vermuthet man die Einerleyheit des Kometen von 1264 und 1556, welcher also etwa um das J. 1848 wiederkommen müßte. Newton und Halley bestimmen die Wiederkunft des größten von allen jemals gesehenen Kometen, der An. 1680 sichtbar war, auf das Jahr 2254. Dem Kometen von 1769 giebt Herr **Lexell** eine Periode von 519 Jahr, dem von 1770 aber nur von $5\frac{1}{2}$ J. **). Herr **Prosperin** hat die Rückkehr des Kometen von 1779 auf 1150 Jahr herausgebracht; bey dergleichen Bestimmungen ist aber vieles unzuverlässig.

518. Der Komet von 1759, welcher seit dem Jahre 1305 sechsmal seinen 75- bis 76jährigen Umlauf vollendet, hat durch den Augenschein gelehrt,

*) Ob auch dieser Komet sich etwa um einige Jahre verspätigt, muß die Zeit lehren.

**) Warum dieser Komet bey einem solchen kurzen Umlauf nicht öfterer erscheint, ist schwer zu beantworten; doch hat Hr. Lexel darüber Muthmaßungen gewagt, und die Ursache in der Störung seines Laufs durch den Jupiter zu finden geglaubt. S. astron. Jahrb. 1781. Seite 21.

daß die Kometen sich nach eben den Gesetzen wie die Planeten, in sehr langen elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen. Herr la Lande setzt die periodische Umlaufszeit dieses Kometen auf 28070 Tage; wird hiermit die Umlaufszeit der Erde verglichen (deren mittlerer Abstand von der Sonne = 1), so läßt sich nach §. 416. seine mittlere Entfernung von der Sonne, oder die halbe große Axe seiner Ellipse finden, nemlich $365,25^2 : 28070^2 = 1^3 : 18,07^3$; hievon den Abstand seiner Sonnennähe 0,58 subtrahirt, giebt die Excentricität 17,49, woraus die halbe kleine Axe 4,54 folgt. Die Bahn dieses Kometen ist also viermal so lang als breit; er kommt der Sonne im Perihelio $\frac{17,49 + 18,07}{0,58} = 61$mal näher, als im Aphelio, und entfernt sich im letztern Punct fast zweymal weiter, als Uranus von der Sonne. Kometen, die der Sonne noch näher kommen als dieser, haben noch weit schmälere Bahnen, und laufen in der Gegend ihrer Sonnenferne noch viel weiter über die Uranusbahn hinaus. Da ferner die Ausschnitte der elliptischen Raumebenen der Bahn den Zeiten proportional bleiben (§. 418.), so läßt sich einsehen, wie sehr bey der großen Excentricität der Kometenbahnen die Geschwindigkeit dieser Weltkörper mit ihrer Annäherung zur Sonne zunimmt.

519.

Verzeichniß der Bestimmungsstücke von 80 Kometen, deren Bahnen bisher berechnet worden.

	Zeit der Sonnennähe			Länge des ☊		Neigung der Bahn	Sonnennähe in der Bahn		Abstand d. ☉ Nähe ☉ von der Erde = 1000	Bewegung.
	Jahr	Mon.	Tag	Gr.		Gr.	Gr.			
	Alten Calender.									
1	837	März	1	27	♑	11	19	♌	580	r.
2	1231	Jan.	30	13	♈	6	15	♌	948	v.
3	1264	Jul.	17	29	♍	30	6	♈	411	v.
4	1299	März	31	17	♉	69	3	♈	318	r.
5	1301	Oct.	22	15	♈	72	15	♋	450	r.
6	1337	Jun.	2	24	♓	32	8	♒	407	r.
7	1456	Jun.	8	18	♑	18	1	♒	585	r.
8	1472	März	1	12	♑	5	16	♒	543	r.
7	1531	Aug.	25	19	♑	18	2	♒	567	r.
9	1532	Oct.	20	20	♓	33	21	♉	509	v.
10	1533	Jun.	17	6	♌	36	27	♌	203	r.
3	1556	April	22	26	♍	32	9	♌	464	v.
11	1577	Oct.	27	26	♈	75	9	♌	183	r.
12	1580	Nov.	28	19	♈	65	19	♉	596	v.
13	1582	May	7	21	♏	61	5	♑	226	r.
	Neuen Calend.									
14	1585	Oct.	8	8	♉	6	9	♈	1093	v.
15	1590	Febr.	8	15	♍	30	7	♏	577	r.
16	1593	Jul.	19	14	♍	88	26	♍	89	v.
17	1596	Aug.	9	16	♒	52	28	♏	549	r.
7	1607	Oct.	26	20	♉	17	2	♒	588	r.
18	1618	Aug.	17	23	♉	21	18	♒	513	v.
19	1618	Nov.	8	16	♓	38	2	♈	380	v.
20	1652	Nov.	13	28	♓	79	28	♈	847	v.
9	1661	Jan.	27	22	♓	33	26	♋	448	v.
21	1664	Dec.	4	21	♓	21	11	☊	1026	r.
22	1665	April	24	18	♏	76	12	♓	106	r.
23	1672	März	1	27	♉	83	17	♉	697	v.
24	1677	May	6	27	♏	79	18	☊	280	r.

	Zeit der Sonnennähe			Länge des ☊		Neigung der Bahn	Sonnennähe in der Bahn		Abstand d. ☉ Nähe ☉ von der Erde = 1000	Bewegung.
	Jahr	Mon.	Tag	Gr.		Gr.	Gr.			
25	1678	Aug.	27	12	♍	3	28	♐	1238	v.
26	1680	Dec.	18	2	♑	61	23	♐	6	v.
7	1682	Sept.	14	21	♉	18	3	♐	583	r.
27	1683	Jul.	13	23	♍	83	25	♊	560	r.
28	1684	Jun.	8	28	♐	66	29	♏	960	v.
29	1686	Sept.	17	21	♓	31	17	♊	325	v.
30	1689	Dec.	1	24	♒	69	24	♐	17	r.
31	1698	Oct.	19	28	♐	12	1	♑	691	r.
32	1699	Jan.	13	22	♒	69	3	♏	744	r.
33	1702	März	14	9	♎	4	19	♌	646	v.
34	1706	Jan.	30	13	♈	55	12	♊	426	v.
35	1707	Dec.	12	23	♉	89	20	♊	860	v.
36	1718	Jan.	15	9	♌	30	1	♌	1026	r.
37	1723	Sept.	28	14	♈	50	13	♉	999	r.
38	1729	Jun.	23	11	♒	77	22	♒	4070	v.
39	1737	Jan.	30	16	♏	18	26	♒	223	v.
40	1739	Jun.	17	27	♎	56	13	♋	673	r.
41	1742	Febr.	4	5	♎	67	8	♏	765	r.
42	1743	Jan.	11	8	♊	2	3	♋	838	v.
43	1743	Sept.	21	5	♈	46	7	♐	520	r.
44	1744	März	1	16	♉	47	17	♎	222	v.
45	1747	März	3	27	♌	79	7	♑	2198	r.
46	1748	April	29	23	♏	85	5	♏	841	r.
47	1748	Jun.	18	5	♉	57	6	♑	655	v.
48	1757	Oct.	21	4	♏	13	2	♌	339	v.
49	1758	Jun.	11	21	♏	68	28	♐	215	v.
7	1759	März	13	24	♉	18	3	♒	583	r.
50	1759	Nov.	27	20	♌	79	23	♉	798	v.
51	1759	Dec.	17	20	♊	5	18	♌	966	r.
52	1762	May	28	19	♓	85	14	♋	1010	v.
53	1763	Nov.	2	26	♓	74	25	♊	498	v.
54	1764	Febr.	12	19	♋	54	16	♈	564	r.
55	1766	Febr.	17	4	♐	41	23	♌	505	r.
56	1766	April	17	17	♉	8	25	♎	639	v.
57	1769	Oct.	7	25	♍	41	24	♌	123	v.
58	1770	Aug.	9	19	♌	2	26	♓	637	v.
59	1770	Nov.	23	19	♋	31	28	♎	528	r.
60	1771	April	19	28	♈	11	13	♋	902	v.
61	1772	Febr.	19	13	♐	19	18	♋	1018	v.

	Zeit der Sonnennähe			Länge des ☊		Neigung der Bahn	Sonnennähe in der Bahn		Abstand d. ☉ Nähe ☉ von der Erde = 1000	Bewegung
	Jahr	Mon.	Tag	Gr.		Gr.	Gr			
63	1773	Sept.	12	1	☊	61	16	♓	1134	v.
64	1774	Aug.	15	1	♌	83	17	♒	1429	v.
65	1779	Jan.	4	25	♈	32	27	♓	713	v.
66	1780	Oct.	1	4	☊	54	6	♐	99	r.
67	1781	Jul.	7	23	♊	82	29	♏	776	v.
68	1781	Nov.	29	17	♊	27	16	♈	961	r.
69	1783	Nov.	15	24	♉	53	15	♉	1565	v.
70	1784	Jan.	21	27	♉	51	21	♓	708	r.
71	1784	April	9	27	♊	48	29	♒	650	r.
72	1785	Jan.	27	24	♐	70	20	♑	1144	v.
73	1785	April	8	5	♊	87	28	♉	427	r.
74	1786	Jul.	8	14	♌	51	9	♍	410	v.
75	1787	May	11	17	♑	48	8	♈	349	r.
76	1788	Nov.	10	7	♍	12	9	♑	1063	r.
77	1788	Nov.	20	22	♌	65	23	♈	767	v.
78	1790	Jan.	17	22	♍	29	28	♉	750	r.
79	1790	Jan.	28	27	♐	57	22	♑	1063	v.
80	1790	May	21	3	♉	64	4	♑	798	r.
	1792	Jan.	13	11	♌	40	6	♉	1293	r.

520. Die Tafel zeigt demnach im Allgemeinen die größte Annäherung eines jeden Kometen gegen die Sonne; die Stellung, Lage und andere Umstände des Stücks seiner wahren (vorausgesetzten) parabolischen Laufbahn, in welchem er etwa den Erdbewohnern sichtbar seyn kann *). Ferner, daß von diesen

*) Meiner im Jahr 1791 herausgegebenen Abhandlung über die Lage und Austheilung aller Planeten- und Kometenbahnen im Weltraum, habe ich einen großen Entwurf der paraboliſchen Laufbahnen von 72 bis zum Jahre 1785 erschienenen Kometen beygefügt.

80 Kometen 11 in einer größern Entfernung als die Erde, und nur 4 in einer größern als Mars, zunächst um die Sonne herumliefen, woraus sich folgern läßt: daß die Anzahl der Kometen im Sonnensystem sehr ansehnlich seyn muß, und wir größtentheils nur diejenigen beobachten können, die sich bis innerhalb der Erdbahn zur Sonne herablassen. Sollten aber nicht die mehresten Kometen in größern Weiten als **Mars, Jupiter, Saturn**, und vielleicht auch **Uran**, schon ihr Perihelium erreichen, und ihre Bahnen sich mit der zunehmenden Entfernung immer mehr erweitern? Dies lassen die dortigen grössern Räume zur Bewegung, und besonders die ungeheuren Abstände der nächsten Fixsterne von unserm Sonnensystem, als sehr wahrscheinlich vermuthen. Diese Kometen werden daher immer außer dem Gesichtskreise der Erde ihre Laufbahnen fortwandeln. Wie viele Erscheinungen dieser Weltkörper hat uns nicht schon die Geschichte aufbehalten, und unter dieser schon beträchtlichen Anzahl sind gewiß nicht verschiedene einigemal wiedergekehrt, weil die mehresten Jahrhunderte zu ihrem Umlaufe gebrauchen. Wie viele Kometen sind nicht, ihrer großen Entfernung wegen, nur durch Fernröhre sichtbar, welche demnach vor Erfindung dieser optischen Hülfsmittel unbemerkt blieben. Wie viele können bey Tage erscheinen, oder, bey anhaltenden trüben Nächten oder großen

südlichen Abweichungen, den nachforschenden Blicken des europäischen Sternkundigen entgehen *).

§21. Viele dieser Weltkörper müssen dem einen oder dem andern Planeten in der Größe gleich kommen, wo nicht gar übertreffen. Dies haben schon Beobachtungen gelehrt, und läßt sich auch aus der Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne, welche noch, in den erstaunlichen Entfernungen, zu welchen manche Kometen in ihrem Aphelio gelangen, vermögend ist, selbige in ihren Bahnen herumzulenken, erkennen. Ferner laufen die Planeten fast in einer und derselben Ebene; hiebey wirkt folglich die mächtige Anziehungskraft und der wohlthätige Einfluß der Sonne nur nach einer Richtung; hingegen liegen die Laufbahnen der Kometen unter sehr verschiedenen und großen Winkeln: daher werden jene Wirkungen der Sonne von allen Seiten genützt. Damit ferner zugleich ihre Anzahl ansehnlich seyn könne, erhielten sie eine mehr oder minder gegen die Sonne senkrechte Fallkraft, wodurch sich einige in sehr schmalen Ellipsen tief zur Sonne herabsenken; die mehresten hingegen in verschiedene Planetenbahnen einschließenden elliptischen Gleisen um die Sonne laufen. Erstere müssen, wegen ihres stärkern Falls gegen die Sonne, sich in ihrem Aphelio viel weiter von derselben entfer-

*) Lambert bringt, nach seinem mäßigen Ueberschlage, schon an 4000 Kometen heraus.

nen, als verhältnißmäßig letztere; auch müssen jene dort viel langsamer laufen, als diese. Daher ist die späte Wiederkehr der Kometen nicht sowohl ihren lang gestreckten Bahnen, sondern vielmehr ihrem ungemein langsamen Gange beym Aphelio herum zuzuschreiben.

§22. Die neueste, sich auf richtige Beobachtungen und Vernunftschlüsse gründende Meinung über die Natur dieser Weltkörper ist folgende: Da man die verspätete Wiederkehr des Kometen von 1759 sehr deutlich aus der Wirkung der Anziehungskraft des Jupiters und Saturns, auf seinen Lauf erklärt, und dergleichen Perturbationen von Planeten auch bey mehreren Kometen bemerkt; hingegen Kometen, die unserer Erde nahe vorbey gingen, keinen merklichen Einfluß auf ihre Bewegung geäußert haben, so scheint die Masse der Kometen gegen ihre Größe unbeträchtlich zu seyn. Sie sind also aus einer feinern Materie als die Planetenkugeln gebildet, allem Anschein nach bestehen ihre Atmosphären und Schweifen aus einem lichtähnlichen, äußerst subtilen und durchsichtigen Stoffe, und vielleicht ist gar die lockere Masse der Kometen selbst mit diesem flüssigen, für sich leuchtenden Wesen vermischt. Man sieht sie daher auch durch Fernröhre nur äußerst undeutlich in dem Lichtstoff eingehüllt; der Schatten des Körpers wird im leuchtenden und durchsichtigen Schweif nicht

sichtbar, sie scheinen auch auf der von der Sonne weggekehrten Seite, und entlehnen von ihr vielleicht nur den geringsten Theil ihrer Erleuchtung. Bey ihrer schnellen Annäherung zur Sonne wird durch eine verstärkte Wirkung derselben jene subtile Materie ausgedehnt, noch mehr verdünnt, und der anscheinende Nebel und Lichtschimmer erzeugt. Sie flieht vielleicht die nahe Sonne, sammlet sich größtentheils derselben gegenüber, und formirt den Schweif. Warscheinlich erst jenseits der mehresten Planetenbahnen fällt diese bey der großen Entlegenheit von der Sonne unentbehrliche Materie wieder auf den Kometen zurück. Daß dieselbe mit der Materie des Zodiacallichts und der Nordscheine verwandt zu seyn scheint, hat **Mairan** bewiesen.

§ 23. Bey unserer jetzigen Kenntniß von der Natur und dem Lauf der Kometen, wenn dabey auch noch manches unvollkommen seyn sollte, wäre es lächerlich, noch zu untersuchen, ob diese Himmelskörper den Erdbewohnern **Glück** oder **Unglück** bedeuten. Allein eine gegründetere Frage ist: ob nicht die Kometen, bey einer großen Annäherung gegen die Erde, einige physikalische Wirkungen auf derselben äußern könnten. Die Newtonsche Theorie von der anziehenden Kraft der Himmelskörper läßt dieses freilich zum Theil erwarten; und ein Komet, der uns etwa näher wie der Mond käme, könnte allenfalls

durch seine Schwere auf eine kurze Zeit eine stärkere Ebbe und Fluth verursachen, den gewöhnlichen Witterungslauf stöhren ꝛc. *) Allein einige Naturforscher haben hiernach Gelegenheit genommen, uns durch allerhand Hypothesen zu erschrecken, wobey noch die Kometen und ihre Schweife von der fürchterlichsten Seite vorgestellt werden. Einfälle dieser Art werden aber bey einer gehörigen Prüfung als sehr ungegründet befunden.

524. Die Kometen sind ohne Zweifel zu höhern Absichten bestimmt, welches schon aus ihrer beträchtlichen Anzahl, wundervollen Einrichtung, und daß sie in regelmäßigen Kreisen nach gleichen Gesetzen, wie die Planeten, um die Sonne geführt werden, zu schließen ist. Sollten daher nicht auch auf den weiten Oberflächen dieser großen Körper vernünftige Wesen der Macht und Güte Gottes ihr Daseyn zu danken haben? Diese Glücklichen wandeln mit ihren Wohnplätzen von der Sonne bis in die Nachbarschaft der Gränzen ihres Gebiets fort, und können folglich

*) Die größere oder geringere Annäherung eines Kometen gegen uns hängt von der Lage seines ☊ oder ☋ ab, und daß sich Erd und Komet gerade da, wo ihre Bahnen am nächsten beysammen liegen, begegnen. Der große Komet von 1680 kann uns unter allen bekannten am nächsten kommen, und zwar bis auf den doppelten Abstand des Mondes.

dasselbe von verschiedenen Seiten beobachten. Auf eins ihrer Jahre gehen nicht selten einige hundert der unsrigen, und ihre Jahrszeiten richten sich vermuthlich nach ihren jedesmaligen Abständen von der Sonne. Was für besondere Verfassungen lassen sich nicht, zufolge dieser Vorstellungen, auf einer Kometenkugel erwarten?

Eilfter Abschnitt.

Von den Fixsternen, ihrer Lichtabirrung, wahren Entfernung, Grösse, Beschaffenheit, Menge, Bestimmung, Austheilung; Umfang und Vortreflichkeit des Weltgebäudes.

525.

Bereits im ersten Abschnitt ist das Allgemeine von den Fixsternen bemerkt, nemlich: ihre Erscheinung, wie sie sich von den Planeten unterscheiden; von ihren Ordnungen oder Grössen nach den verschiedenen Graden des Lichts. Im zweiten Abschnitt kam ihre Abtheilung nach Gestirnen oder bildlichen Vorstellungen; die

Anzahl der in Verhältnisse gebrachten, die Namen der vornehmsten, imgleichen die Lage und die Erscheinung der zu ihnen gehörigen Milchstraße, Nebelsterne, Doppelt- und veränderlichen Sterne vor. Im dritten ward von ihrer besondern gemeinschaftlichen Fortrückung in Ansehung der Aequinoctialpuncte; und im fünften von ihren scheinbaren Durchmessern und ihrem Funkeln gehandelt. Dann sind noch im sechsten Abschnitt die jährlichen und täglichen Erscheinungen der Fixsterne erläutert worden.

526. Die Aberration oder Abirrung des Lichts der Fixsterne, ist eine scheinbare und jährlich wiederkehrende Ortsveränderung, nach welcher sie sich, bey zunehmender Breite, in immer mehr offenen Ellipsen um ihren wahren Ort bewegen, deren größere Axe allemal 40 Secunden im Bogen des größten Kreises der Länge parallel austrägt. In der Ecliptik rücken sie inzwischen 20 Sec. von ihrem wahren Ort, der Länge nach, gegen Osten und Westen; und in den Polen der Ecliptik beschreiben sie Kreise von 20 Sec. im Halbmesser. Als Bradley, auf Flamsteeds, Hooks und Molyneux Veranlassung, um das Jahr 1725 über die jährliche Parallaxe der Fixsterne äußerst genaue Beobachtungen anstellte, entdeckte er wider sein Vermuthen diese periodische und der Wirkung einer Parallaxe der Erdbahn

gerade entgegengesetzte scheinbare Ortsveränderung der Fixsterne. Er bemerkte allgemein, daß ein nordlicher Stern in der Breite am weitesten gegen Norden erschien, wenn er um 6 Uhr des Abends, oder am weitesten gegen Süden, wenn er um 6 Uhr des Morgens culminirte, und zwar im Verhältnisse des Sinus seiner Breite, wenn die größte Aberration in der Breite 20 Sec. gesetzt wird. Die größte Aberration in der Länge traf ferner allemal ein, wenn der Stern mit der Sonne in ☌ oder ☍ war; bey jener schien er um 20″ west- und bey dieser 20″ ostwärts von seinem wahren Orte.

527. Die Ursache dieser regelmäßigen Erscheinung an den Fixsternen leitete **Bradley aus einer zusammengesetzten Bewegung der Erde und der allmähligen Fortpflanzung des Lichts** her. Es sey fig. 48. RBHK die Erdbahn; nach E hinaus stehe ein Stern, dessen Lichtstrahl nach der Richtung EB in der Ebene der Ecliptik fortschießt; mB ein sehr kleiner Theil der Erdbahn; eB der Halbmesser derselben, welchen der Lichtstrahl zurücklegt, während die Erde von m bis B fortgeht. Kömmt sie also in B, so ist das Licht in demselben Augenblick in diesem Punct angelangt: und daher bestimmen eB und mB die Geschwindigkeit des Lichts und der Erde in gleichen Zeitmomenten. Zieht man en parallel und gleich groß mit mB, so entsteht das Parallelo-

gramm

gramm nemB, und die Geschwindigkeit des Lichts eB ist das Resultat von zwey Geschwindigkeiten nach den Richtungen en und em. Jene wird wegen ihrer gleichen Größe und parallelen Lage mit mB für unser Auge aufgehoben; diese aber bleibt noch für uns bemerkbar, und wir sehen den Stern nach der Richtung me, oder nach Bn. Nun ist eBn = Bem der Aberrationswinkel, um wie viel hier der Stern E von seinem wahren Ort oder der Linie BeE auf der linken Seite entfernt sich zeigt. Die Beobachtungen geben bey dieser Stellung der Erde und des Sterns, wobey jener Winkel am merklichsten seyn muß, gerade 20 Secunden. Dadurch wird die Richtigkeit dieser Erklärung bestätigt, und zugleich was **Römer** (§. 328.) aus den Verfinsterungen der Jupiterstrabanten gefunden, daß das Licht in 8 Min. 7 Sec. von der Sonne bis zu uns, oder durch den Halbmesser der Erdbahn = eB sich fortpflanze: denn in dieser Zeit legt die Erde gerade 20 Sec. im Bogen ihrer Bahn = mB zurück *). Der Stern erscheint allemal von seinem wahren Ort nach der Seite hin, gegen welchen die Erde sich bewegt.

*) Uebrigens bleibt dieser kleine Aberrationswinkel von 20 Sec. Bem unverändert, so lange die Seiten mB und eB unter einem rechten Winkel in dem gehörigen Verhältniß der Geschwindigkeit der Erde und des Lichts (331.) stehen. Der Halbmesser der Erdbahn

528. Alle aus der Erdbahn mit BE parallel gezogene Gesichtslinien führen, wegen seiner unermeßlichen Entfernung, zu dem nemlichen Fixstern. In K erscheint derselbe mit der ☉ in ♂; in R ist er 90° von der ☉ westlich; in B steht er der ☉ entgegen, und in H ist er 90° von der ☉ ostwärts. Durchläuft nun die Erde die Hälfte ihrer Bahn RBH, so muß der Stern, zufolge seiner Aberration, sich von seinem wahren Ort E gegen Osten hin entfernen, wobey seine Länge größer wird. Rückt aber die Erde in der andern Hälfte HKR fort, so scheint der Stern gegen Westen von seinem wahren Ort: denn z. B. in der ♂K sey oK der Weg der Erde, und der Halbmesser der Erdbahn in dem gehörigen Verhältniß der Geschwindigkeit der Erde und des Lichts, so wird SKr die größte Aberration des Sterns E = 20 Sec. westlich, so wie in B östlich. Ist hingegen die Erde in R oder H, so zeigt sich der Stern der Länge nach an seinem wahren Ort.

529. Dieser in der Ebene der Ecliptik angenommene Stern muß jährlich in einer geraden Linie von 40 Sec. seine Länge verändern. Hingegen alle Ster-

kömmt hiebey nur deswegen zur Vergleichung vor, weil man schon aus den Jupiterstrabanten Verfinsterungen weiß, was demselben, als der Weg des Lichts betrachtet, für ein geringer Bogen der Erdbahn correspondirt.

ne, die eine Breite haben, oder über der Ebene der Erdbahn stehen, müssen in Ellipsen, deren halbe grösere Axen 20 Sec., und deren halbe kleinere 20 Sec. mit dem Sinus der Breite multipl. gleich sind, herumlaufen, und werden, nachdem sie eine nordliche oder südliche Breite haben, wenn die Erde in R ist, in dem südlichsten oder nordlichsten, und wenn sie in H kömmt, in dem nordlichsten oder südlichsten Punct dieser Ellipse erscheinen, also die größte Aberration in der Breite und keine Aberration in der Länge haben. Hingegen wenn die Erde in K oder B ist, die größte Aberration in der Länge und keine in der Breite zeigen. Ein Stern im Pol der Ecliptik, also senkrecht über S, beschreibt einen Kreis d a b c von 20 Sec. im Halbmesser, und wird, so wie die Erde in R, B, H, K kömmt, in a, b, c, d erscheinen.

530. Die Aberration in der Länge und Breite zieht eine in der geraden Aufsteigung und Abweichung nach sich, wie leicht einzusehen ist; und da man gewöhnlich letztere beobachtet und Länge und Breite daraus berechnet, so kömmt die Berechnung der Wirkung der Aberration bey jenen noch häufiger vor, als bey diesen, um die beobachtete scheinbare auf die wahre zu reduciren. Die Regeln hiezu sind etwas verwickelt; man hat aber Tafeln berechnet, aus welchen für eine jede Zeit die Aberration und auch zugleich die Nutation vieler Sterne in der ge-

raden Aufsteigung und Abweichung sich finden läßt, wobey nur die Länge der Sonne für die Aberration, und die Länge des ☊ des ☾ für die Nutation bekannt seyn darf *).

531. Auch bey den **Planeten** und **Kometen** ist, wegen der Abirrung ihres Lichts, eine Reduction ihrer beobachteten scheinbaren Oerter auf die wahren nothwendig. Die Größe derselben ist allemal ihrer Bewegung, von der Erde aus betrachtet, in der Zeit gleich, in welcher das Licht von ihnen bis zu uns gelangt, und läßt sich folglich aus ihrem Abstande von der Erde = d (♁ von ☉ = 1) leicht berechnen, wobey man die vom Halbmesser der Erdbahn = 1 und der Geschwindigkeit der Erde entstehende Aberration von 20″, imgleichen die tägliche mittlere Bewegung der Erde in ihrer Bahn = 59′ 8″, und die scheinbare tägliche geocentr. Bewegung des Planeten in der Länge = a zum Grunde legt. Hiernach ist die Aberration eines Planeten = $\frac{a.d.20''}{59'\,8'' = 59',13}$, um welche derselbe von seinem wahren Ort nach der Seite sich zeigt, wohin die Erde rückt, entgegengesetzt derjenigen, nach welcher der Planet zu gehen scheint.

*) S. **Mozgers** Tabulae aberrationis &c. Manhemii 1778; die Connoissance des tems für 1789, 90 u. 91. Herr v. Zach in Gotha ist im Begrif, neue Aberrations- und Nutationstafeln herauszugeben.

532. Schon ein beyläufiger Ueberschlag zeigt, daß die **Entfernung der Fixsterne** erstaunlich seyn müsse. Die Erde umläuft jährlich eine Bahn um die Sonne ABCD fig. 49., deren Durchmesser BD über 40 Mill. Meilen austrägt. Wir sind also gewissen Fixsternen, z. B. g, h, i, k, in C um so viel näher als nach 6 Monaten in A. Dessen ohngeachtet erscheinen uns diese Himmelskörper zu allen Zeiten des Jahrs gleich groß, und verändern ihre Stellung nicht gegen einander. An den scheinbaren Bewegungen und Größen aller Planeten, wird der Einfluß der Fortrückung der Erdkugel im Sonnensystem sehr merklich; und selbst der 400 Millionen Meilen entlegene **Uranus**, angenommen, er stehe in T, kann sich, der Parallaxe der Erdbahn wegen, von B oder D aus betrachtet, um 3° ost- oder westwärts von seinem wahren Ort e nach p und r hinaus zeigen. Allein von allem diesen bemerkt man nichts bey den Fixsternen; sie **müssen also so weit von uns seyn, daß der Durchmesser der Erdbahn gegen ihre Weite eine äußerst geringe Größe ist.**

533. **Huygen** verglich, um einigermaßen zur Kenntniß der Fixsterne zu gelangen, die scheinbare Größe und den Glanz des **Sirius**, der als der hellste unter allen Fixsternen, gemeiniglich für den nächsten gehalten wird, mit der Größe und Lichtstärke der Sonne, und fand nach einer sinnreichen Methode,

daß, bey der Voraussetzung: Sirius sey so groß als die Sonne, dieser Stern 27664mal weiter als die Sonne von der Erde entfernt sey. Diese Weite des uns am nächsten seyn sollenden Fixsterns setzt schon in Erstaunen; allein sie muß noch weit größer seyn: denn wenn der Abstand des Sterns SE nur 27664mal SB oder SD wäre, so müßte derselbe noch eine Parallaxe, aus B und D betrachtet, von 7 bis 8 Secunden haben, welches sich ergiebt, wenn man SB oder SD = 1 durch SE = 27664 theilt. Allein eine Parallaxe von dieser Größe haben die Astronomen auch bey den Sternen erster Größe, die uns wahrscheinlich am nächsten stehen, nicht bemerken können.

534. Was **Tycho, Picard, Flamsteed, la Caille.** und Andere, über die periodischen Veränderungen der Oerter des **Polarsterns**, des **Sirius** ꝛc. bemerkten, und als eine jährliche Parallaxe dieser Sterne ansahen, ist theils der damals noch unbekannten Aberration des Lichts, theils dem zuzuschreiben, daß ihre Instrumente noch Fehler von 30 Secunden zurückließen. Auch fanden selbst jene Astronomen diese Erscheinungen nicht mit der Wirkung einer von der Erdbahn herrührenden jährlichen Parallaxe zustimmend. **Bradley**, der hierauf, besonders bey seinen mit der äußersten Sorgfalt angestellten Beobachtungen über die Aberration, Acht gab, versichert,

daß die Parallaxe zweyer von ihm genau untersuchten Fixsterne nicht völlig 2 Sec. seyn könne. Einen so äußerst geringen Winkel können unsere besten Werkzeuge schwerlich angeben.

535. Ferner wird bey den Untersuchungen der jährlichen Parallaxe der Fixsterne vorausgesetzt, daß man ihre übrigen scheinbaren oder wahren Fortrükkungen aufs genaueste kenne: denn die geringste Unrichtigkeit in der hiebey zum Grunde liegenden Theorie der Aberration, Nutation, Vorrückung der Nachtgleichen, Refraction ꝛc. kann, wenn sie gleich, in Absicht auf diese Theorie selbst, in gar keine Betrachtung kömmt, dennoch verursachen, daß die ganze Parallaxe wegen ihrer so äußerst geringen Größe verschwindet. Sie erfordert also Beobachtungen, wobey sie sich ganz allein und ohne Beymischung irgend einer Correction zeigt. Schon **Tobias Mayer** schlug deswegen vor, sich hiezu der **Doppeltsterne** zu bedienen, und Hr. **Herschel** hat diesen glücklichen Gedanken erneuert und ausgeführt. Besteht vornemlich der Doppeltstern aus einem großen und einem sehr kleinen Stern, so kann man annehmen, daß der letztere viel weiter weg steht als der erstere, und also gar keine Parallaxe hat; und die Parallaxe des nähern ergiebt sich geradehin aus dem veränderlich beobachteten Abstand.

536. Der scheinbare Abstand der beyden Sterne muß nur wenige Secunden seyn, damit die allergeringste Verrückung desto genauer beobachtet werden kann; und bey den sehr starken Vergrößerungen, die Herschelsche Teleskope bey den Fixsternen zulassen, müßte selbige nothwendig schon der Augenschein zeigen. Allein es ist erstaunlich, daß bis dahin Hr. Herschel, selbst bey den stärksten Vergrößerungen und bey äußerst feinen d. i. nahe zusammenstehenden Doppeltsternen, dergleichen jährlich periodisch wiederkehrende Veränderungen in den Abständen ihrer Sterne nicht bemerken können.

537. In Erwartung also, daß vielleicht künftig Hr. Herschel oder andere Astronomen, die alle Hülfsmittel dazu in Händen haben, auf diesen der genauesten Untersuchung vollkommen würdigen Gegenstand fortgesetzte Aufmerksamkeit verwenden, müssen wir uns begnügen, zu wissen, daß die jährliche Parallaxe der Fixsterne, und vielleicht selbst die der ersten Größe, als die nächsten angenommen, nur eine oder zwey Secunden betragen könne. Wie geringe muß daher solche nicht bey den Sternen der niedrigern Ordnungen werden, und wie wenig läßt sich folglich über die wahre Entfernung dieser Himmelskörper Zuverläßiges herausbringen. Man nehme unterdessen an: die Parallaxe eines Sterns sey eine Secunde, so hätte in dem bey S rechtwinklichten Dreyeck BSE

fig. 49. der Winkel SEB eine Secunde: folglich EBS 89° 59′ 59″; und hiernach ist SE die Entfernung des Fixsterns 206264mal größer als SB; die Entfernung der Sonne von uns (= 21000000 Meilen eine **Erdweite**), oder seine uns ganz unbegreifliche Entfernung ginge über 4 Trillionen Meilen. Und doch haben höchstwahrscheinlich die mehrsten Fixsterne eine noch geringere Parallaxe, also vielmal größere Entfernung von unserm Sonnensystem.

538. Aus dieser nach sichern Gründen erhaltenen **Vorstellung** von den ungeheuren Entfernungen der Fixsterne läßt sich erklären, warum uns auch die von der ersten Größe mit Fernröhren, welche die Planeten schon ansehnlich vergrößert darstellen, betrachtet, gleichwohl nur als lichte Puncte erscheinen; auch nach verschiedentlich darüber angestellten Beobachtungen **keine Secunde** im scheinbaren Durchmesser haben. Setzt man unsere Sonne, die etwa 1920 Secunden groß erscheint, um so vielmal weiter weg, so würde sie nur noch 1 Sec. im scheinbaren Durchmesser haben, und an dem Ort eines Fixsterns, 206264mal entfernter kaum $\frac{1}{100}$ Sec. am Firmament einnehmen. Hr. **Herschel** sieht indessen bey den tausendmaligen Vergrößerungen seiner Teleskope *) die größern Fix-

*) Er hat dadurch bisher ganz unerhörte Vergrößerungen bey den Fixsternen angebracht. Dies ist bey diesen, wegen ihrer großen Spiegel, lichtvollen Instru-

sterne als kleine Scheiben (267). Hierdurch gelangen wir zugleich zu einer richtigen Ueberzeugung, daß die **wahre Größe** dieser Himmelskörper sehr ansehnlich seyn muß, ob wir gleich, da sowohl ihre genaue **Parallaxe** als **scheinbarer Durchmesser** unbekannt sind, nicht im Stande sind, hierüber etwas genaues zu bestimmen. Unterdessen läßt sich nach §. 407. beweisen, daß wenn sowohl die jährliche Parallaxe als der scheinbare Durchmesser eines Fixsterns eine Secunde wäre, derselbe einen dem Halbmesser der Erdbahn gleichenden, oder 21 Millionen Meilen großen Durchmesser haben müsse. Da dies aber nicht glaublich ist, so wird ohne Zweifel die Parallaxe der Fixsterne, so geringe dieselbe auch immer seyn mag, den scheinbaren Durchmesser derselben übertreffen.

539. Mit dem allen kann man sich die Fixsterne als Weltkugeln denken, wovon die mehrsten unserer Sonne an Größe nichts nachgeben, wo nicht gar vielmal übertreffen. Dies letztere ist schon bey einem allgemeinen Ueberschlage sehr leicht erweislich. Ist z. B. **Wega** unserer Sonne an Größe gleich, und deren scheinbarer Durchmesser $\frac{1}{3}$ Secunde, so müßte

menten möglich; allein die Deutlichkeit geht doch dabey verlohren, und auf den Mond und Planeten sind tausendmalige Vergrößerungen nicht anwendbar.

sich der Stern schon in einer $\frac{1920''}{\frac{1}{3}}$ = 5760mal größern Entfernung als die Sonne, uns $\frac{1}{3}$ Sec. groß zeigen; allein dann wäre seine Parallaxe noch 37 Secunden, welches aber keinesweges statt finden kann. Nehme ich solche zu 2 Sec. an, so ist seine Entfernung schon $18\frac{1}{2}$mal größer = 106560 Erdweiten; sein wahrer Durchmesser übertrift den Durchmesser unserer Sonne gleichfalls $18\frac{1}{2}$mal, und er wäre hiernach über 6000mal größer als die Sonne. Diese allgemeine Berechnung ist vollkommen hinreichend, sich richtige Begriffe von der Größe dieser Weltkörper zu verschaffen. Da ferner die Fixsterne bey ihren fast unmerklich geringen scheinbaren Durchmessern, uns aus ihrer ungeheuren Ferne gleichwohl noch ein so äußerst lebhaftes Licht zuwerfen, so ist es ausgemacht, daß sie ihren Glanz so wenig von unserer Sonne als von irgend andern Himmelskörpern entlehnen, sondern mit ihrem eignen Lichte funkeln, oder **unserer Sonne ganz ähnliche Körper sind.**

540. Mit dieser Vorstellung, daß alle Fixsterne **Sonnen** sind, vergleiche man ihre zahllose Menge. Schon das bloße Auge bemerkt bald in einer heitern Nacht, daß die 4 bis 5000, welche bis jetzt in Verzeichnisse und Bilder gebracht worden, bei weitem nicht das ganze Heer derselben ausmachen. Allein wie vielmehr zeigen dies die Fernröhre? Viele neblichte

Stellen, die sich überall am heitern Firmament zeigen, erscheinen dadurch als zahlreiche Sammlungen kleiner nahe zusammenstehender Sterne. Wer zählt endlich die Tausende der Sonnen, welche jenen prachtvollen Sternengürtel, die sogenannte **Milchstraße**, anfüllen. Man leitet selbst ihren Lichtschimmer von dem vereinigten Glanz dieser zahllosen Sternenmenge her, und Hr. **Herschel** versichert, daß sein lichtvolles 20füßiges Teleskop den gesammten weißlichen Schein der Milchstraße völlig in Sterne auflößt; er sahe oftmals in einem Streifen 15 Grad lang und 2 Grad breit, 50000 noch kenntliche Sterne durch das Feld seines Teleskops gehen.

541. Hieraus entsteht eine über alle unsere Begriffe gehende Vorstellung von der Größe der Schöpfung. Eine **Erdweite**, die gewöhnliche Meßruthe des Astronomen in jenen Regionen des Himmels, muß er wenigstens 206000mal umschlagen, um nur die unserer Sonne am nächsten stehenden Fixsterne zu erreichen. Man unterscheidet aber bereits mit unbewafneten Augen die Sterne bis zur siebenden Größe, und diese sind, allem Vermuthen nach, noch vielmal weiter entlegen *). Diejenigen Fixsterne, welche man durch sehr vollkommene Fernröhre noch mühsam

*) Die eigene ungleiche Größe und Lichtstärke jener entlegenen Sonnenkugeln kann hiebey manche Ausnahmen machen.

in der Milchstraße, den Sterngruppen und Nebelflecken entdeckt, mögen, hiernach zu rechnen, von der 100sten Größe in absteigender Ordnung, und gleichwohl noch lange nicht die letzten Sonnen des Weltalls seyn. Für solche Weiten wird obiger Maaßstab wieder zu klein. Der Astronom nimmt endlich den **schnellen Flug der Lichtstralen** zum Maaße. Sie durchstreifen den Abstand der Sonne von uns in 8 Min., und gleichwohl müßten sie von den wenigstens 206000mal weiter entlegenen Fixsternen bis zur Erde **drey Jahre** gebrauchen; und es können **Jahrhunderte** hingehen, ehe sie von den Sternen der geringsten Größe auf der Erde anlangen.

§42. Was konnte nun wol der Zweck des Allerweisesten bey der Formirung dieses gesamten **Sonnenheeres** seyn? Etwa, daß sie die Nächte des Erdbewohners erleuchten, oder als glänzende Puncte der nächtlichen Bühne des Himmels zur Zierde dienen möchten? Keinesweges! — Unsere Sonne verbreitet über ihre Planeten und Kometenkugeln Bewegung, Licht und Wärme. **Die Fixsterne sind gleichfalls Sonnen**, und ähnlicher Verrichtungen fähig. — Sollte ihnen die Allmacht dieses Vermögen umsonst ertheilt haben? Dann ist zwischen unserer Sonne und den nächsten Fixsternen eine wenigstens 10000mal größere Weite als zwischen der Sonne und dem Uranus, und wir können zwischen zweyen am Firmament

äußerst nahe beysammen stehenden Fixsternen uns ähnliche Räume gedenken. Wozu aber jener große Raum jenseits unserm Sonnensystem? Damit nicht die dazu gehörigen **Planeten** und Kometen durch die Einwirkung der Anziehung der nächsten Sonne, in ihrem Laufe gestört werden möchten. Sollten daher nicht auch jene unermeßlichen Räume um die Fixsterne zu ähnlichen Absichten bestimmt seyn? Ein jeder Fixstern hat demnach höchstwahrscheinlich verschiedene dunkle Weltkörper um sich, **und es giebt so viele Sonnensysteme als Fixsterne da sind.** —

543. Ueberdem hat der Allgütige unsern Erdball, ohngeachtet seiner Geringfügigkeit gegen jene gewaltige Menge noch größerer Weltkörper, so reichlich mit lebendigen Geschöpfen und vernünftigen Bewohnern besetzt. Sollte sich daher die Bevölkerung nicht auch auf das ganze Heer von Sonnen, Planeten, Monden ꝛc. in den übrigen gränzenlosen Gefilden der Schöpfung erstrecken, und lebendige, vernünftige Wesen von den großen Veranstaltungen aller Sonnensysteme Vortheile ziehen?

544. Die höchst merkwürdige Beschaffenheit, Lage und Gestalt der **Milchstraße** dient zu einigen Schlüssen über die Austheilung des gesamten Sternheeres im Weltraum. Dieser prachtvoll gestirnte Gürtel umgiebt 1) **fast in der Richtung eines größten Kreises**, und 2) **im ununterbrochenen Zusam-**

menhange die ganze Himmelskugel, welches beydes man schwerlich einem bloßen ungefähren Zufall zuschreiben kann. Die Sterne der Milchstraße sind daher höchst wahrscheinlich in Vergleichung mit den übrigen nicht wirklich näher beysammen, wie es scheint, sondern sie stehen daselbst in langen Reihen hinter einander, und erscheinen uns deswegen mehr angehäuft, als in andern Gegenden, wo wir ihre Stellung mehrentheils der Fläche nach sehen.

545. Unsere Sonnenwelt liegt vermuthlich nicht im größten Durchschnitt der gesamten Fixsternensysteme, sondern dem Anschein nach etwas seitwärts außerhalb derselben, weil die Milchstraße nicht völlig in der Lage eines größten Kreises der Sphäre erscheint, sondern vom Nordpol bey der Cassiopeja etwa 30; vom Südpol aber, beym südlichen Triangel kaum 20° entfernt ist. Ferner müssen wir außerhalb ihrem Mittelpunct liegen, weil sie da, wo der Schwan, Fuchs, Adler, Schlangenträger 2c. stehen, viel breiter und die Sterne in derselben zerstreuter erscheinen, als gegenüber beym Orion, großen Hund, Schiff 2c. Das ganze Fixsternenheer formirt also eine einzige Milchstraße, und alle einzelne Systeme beziehen sich auf eine ähnliche Art auf dieselbe, wie unsere Planeten auf den Thierkreis *).

*) S. Hrn. Prof. Kant allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels; Lamberts cosmolo-

§46. Endlich haben die neuern Astronomen aus Vergleichung mit ältern Beobachtungen, gefunden, daß außer den im vorigen bemerkten scheinbaren Bewegungen, die allen Fixsternen gemein sind, verschiedene noch eine eigene, wiewol sehr langsame Veränderung ihres Orts zeigen. **Mayer** hat von einigen 70 Sternen vergleichende Beobachtungen geliefert, die auf eine eigene Bewegung derselben schließen lassen. **Maskelyne, de Lambre** und andere haben hierüber gleichfalls Untersuchungen angestellt; die Resultate der Astronomen über die Größe dieser Fortrükkungen zeigen aber noch beträchtliche Unterschiede. Hr. D. **Herschel** und Hr. Prof. **Prevost** haben aus der Richtung jener Ortsveränderungen verschiedener Sterne zu beweisen gesucht, daß solche von einer eigenen Bewegung unsers Sonnensystems vom Eridanus zum Herkules herrühren.

§47. Uebrigens können wir auch ohne Beobachtungen voraussetzen, daß keine Kugel des Himmels sich in einer absoluten Ruhe befinden werde, da die Bewegung nothwendig zu seyn scheint, um nach dem Plan der Schöpfung Mannigfaltigkeiten und Abwechselungen im Weltall hervorzubringen. Die Schwere

ist

gische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues, und Hrn. D. Herschels Abhandlungen über den Bau des Himmels.

ist höchst wahrscheinlich durch alle Räume des Weltgebäudes wirksam, die zunächst benachbarten Sonnensysteme haben zufolge derselben gegen einander, und endlich alle gemeinschaftlich gegen einen im Mittelpunct des gesammten Milchstraßensystems liegenden Körper eine Beziehung, und laufen um denselben vielleicht nach Millionen Jahren. Dieser Centralkörper wird eine seiner weiten Herrschaft angemessene Größe haben, und wenn er mit einem eigenthümlichen Lichte glänzet, sich überall vor andern Sonnen auszeichnen. Da sich nun aus dem Anblick der Milchstraße folgern läßt, daß unser Sonnensystem in Ansehung der Gegend beym Orion diesseits des Mittelpuncts derselben sich befindet, und gerade der hellste unter allen Fixsternen, **Sirius**, daselbst nahe an der Milchstraße steht, so ist man hierdurch veranlaßt worden, ihm diesen Rang zu geben.

548. Die **neuen** oder **veränderlichen Sterne** (§. 85.) halten einige für Sonnen, die sich, wie die unsrige, um ihre Axe drehen, und nicht überall von ihren Oberflächen ein gleich starkes Licht stralen, oder für Körper, die eine sehr abgeplattete Gestalt haben, und uns bey ihrer Umwälzung zuweilen ihre schmale Seite zuwenden. Auch sind vielleicht lichtlose Körper im Weltraume vorhanden, die sich zuweilen durch irgend eine periodische geringe Ortsveränderung zwi-

schen uns und jene Sonnen stellen. Nach völlig zuverläßigen Beobachtungen giebt es aber unter den tausendmal tausenden nur sehr wenige veränderliche Sterne, und von neu erschienenen und wirklich wieder verschwundenen Sternen hat man noch wenigere Beyspiele. Solche erhabene Gegenstände sind nicht so leicht Verwandelungen unterworfen.

549. Die eigentlichen **Nebelsterne** sind vermuthlich Sonnen, die eine starke Atmosphäre, gleich dem Thierkreislichte unserer Sonne, um sich haben. Daher auch einige den Lichtschimmer der Milchstraße aus dergleichen Atmosphären vieler Fixsterne herleiten wollen. Die Sterngruppen bestehen, wie die Fernröhre lehren, aus verschiedenen Sammlungen dem Anscheine nach sehr kleiner und äußerst nahe beysammen stehender Sterne, und können als gewisse näher zusammenstehende Sonnen, die für sich ein besonderes System ausmachen, zu den allgemeinen Fixsternensystemen unserer Milchstraße gehören. Allein die **Nebelflecke**, welche sich gewöhnlich von der Milchstraße ganz abgesondert, in allen Gegenden des Firmaments durch Fernröhre, als bloße lichtschimmernde Stellen zeigen, die selbst Herschels Teleskope nicht in Sterne auflösen, wie im **Orion**, in der **Andromeda**, beym **Triangel**, im Stier, im **Wallfisch**, Ophiuchus, Schützen, großen Bären, am Berge

Maenal, im Schwan *) ꝛc. sind höchstmerkwürdig. Denn sie scheinen mit den Fixsternensystemen unserer Milchstraße in keiner Verbindung mehr zu stehen, sondern weit jenseits derselben im Weltraum zerstreut zu seyn, und es ist zugleich sonderbar, daß sich viele in einer länglichten oder elliptischen Gestalt zeigen **).

550. Man hat hiernach Ursache, sich von diesen neblichten Stellen am Himmel die erhabensten Begriffe zu machen. — Kant, Lambert und Herschel nehmen mit vieler Wahrscheinlichkeit an, daß, außer unserer Milchstraße, **noch mehrere Sammlungen zahlreicher Fixsternensysteme** im Weltraum vorhanden sind, und wir nur noch den vereinigten Glanz ihrer Legionen Sonnen unter der Erscheinung dieser schwachen lichtschimmernden Stellen erblicken. — Bey diesen Vorstellungen schwindelt der Verstand des Erdbewohners, seine Sprache hat keine Worte, die Größe dieser erhabenen Gegenstände zu

*) S. meine astronomischen Jahrbücher von 1791 und 1794, in welchen die beyden Herschelschen Verzeichnisse von 2000 Nebelsternen, Sternhaufen und Nebelflecken stehen.

**) S. meine Himmelscharten, 30stes Blatt. Die zweyte Kupfertafel in meinem astronomischen Jahrbuch für 1794 zeigt verschiedene Nebelflecke und Sternhaufen, nach Hrn. Herschels Beobachtungen.

beschreiben. Alle seine Begriffe von Zahlen und Weiten hören auf, und die Weite des nächsten Fixsterns hat gegen die unbegreifliche Ausdehnung der Schöpfung kein Verhältniß mehr. Auch auf den Flügeln des Lichts könnte er leicht Millionen Jahre gebrauchen, um bis an jene entlegenen Milchstraßen zu gelangen, und auch da wäre er vielleicht noch weit von den Gränzen der unermeßlichen Welt entfernt, die der Allmächtige werden hieß! *)

Zwölfter Abschnitt.

Von der Schiffahrtskunde.

551.

Diese gemeinnützige Wissenschaft hat sich immer mehr ihrer Vollkommenheit genähert, seitdem, außer der Geschicklichkeit, ein Schiff zu regieren, der Compaß erfunden, und der Lauf des Himmels dem Seefahrer bekannter gemacht worden. Ich handele im folgenden vornemlich von dem, was sich bey der Schiffahrt auf die Sternkunde bezieht, und kann

*) S. den vierten Abschnitt der dritten Abtheilung meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels.

manches hieher gehörige, als aus dem vorigen bekannt, voraussetzen, und hier die Anwendung bey der Schifahrt zeigen.

552. Eine **Magnet**= oder **Compaßnadel** zeigt bekanntlich horizontal im Gleichgewicht auf einem Stift aufgestellt, mit der einen Spitze beynahe nach **Norden**, und mit der andern beynahe nach **Süden**. Diese **Abweichung** ihrer sogenannten Pole von den Weltpolen, oder von der Richtung des Meridians, ist nach einiger Zeit an einem und demselben Ort der Erde veränderlich, und ihre Größe zu gleicher Zeit nicht überall auf der Erd= und Meeresoberfläche gleich. Sie weicht an einigen Orten nach Osten, an andern nach Westen mehr oder weniger vom Meridian ab; es giebt aber auch Gegenden, wo zuweilen keine Abweichung statt findet *).

553. Wenn man auf einer Charte von der Erdkugel alle Oerter bemerkt, wo die Magnetnadel für eine gewisse Zeit eine gleiche Abweichung gehabt, und solche zusammenzieht, so kommen besonders gekrümmte Linien zum Vorschein, die **Halley** zuerst entdeckt hat **). Z. B. in Europa, Afrika, dem östlichen

*) Zu Berlin ist die jetzige Abweichung etwa $17\frac{2}{3}°$ westlich.

**) S. *Bouguer Traité de Navigation*, Muschenbröck Naturwissenschaft, astrom. Jahrbuch für 1779, Funks Hemisphären.

Theil von Nordamerika, und den zunächst angrenzenden Meeren ist die Abweichung der Magnetnadel durchaus westlich, und höchstens 25°; auf einer Linie vom weissen Meer durch Asien, nach dem südlichen China, und bis durch die ostindischen Inseln im Ocean, südöstlich von Borneo, ist **keine Abweichung**, und von derselben gegen Osten ist sie **ostwärts**. Auf einer andern krummen Linie von Florida, den brasilischen Küsten nahe östlich vorbey bis fast zum ersten Meridian, ist gleichfalls die Abweichung o, von da gegen Westen durch Südamerika und den mittägigen Theil des stillen Meeres wird sie **ostwärts**.

554. Die Compaßnadel hat ferner eine **Neigung** gegen den Horizont. Größtentheils nordwärts vom Aequator senkt sich die Nordseite derselben unter, südwärts aber über der horizontalen Ebene, wiewol nicht überall und für eine jede Zeit gleich stark. Der Seefahrer begnügt sich, denjenigen Theil der Compaßnadel, welcher, so wie er unter andere Himmelsstriche kömmt, sich über den Horizont erhebt, so lange mit etwas Wachs schwerer zu machen, bis die Nadel sich wieder horizontal stellt.

555. Bey den gewöhnlichen **Compassen** wird die Magnetnadel auf einem Stift in der Mitte eines nach den Weltgegenden abgetheilten Kreises im Gleichgewicht aufgestellt. Hingegen beym Seecompaß

befestigt man die Nadel gemeiniglich unter einer dünnen pappenen Scheibe, auf welcher die Schiffs- oder **Windrose** (ein nach den 32 Winden abgetheilter Kreis) verzeichnet wird, die sich darin mit derselben zugleich herumdreht. Bey der Bezeichnung der vier Haupt- und acht Nebengegenden, welche letztere halb von der einen halb von der andern Hauptgegend, zwischen welcher sie liegen, ihre Benennung erhalten, heißt: N Nord, O Ost, S Süd, W West. Diese Abtheilungen liegen $\frac{360°}{32} = 11\frac{1}{4}°$ von einander, und heißen in der Schiffahrt: **Rhombi** oder **Rumbi, Windwinkel.**

556. Der Schiffscompaß wird in einer mit Glas belegten Büchse eingeschlossen, und diese von außen an zwey Zapfen innerhalb einem Ringe oder im Gleichgewicht aufgehängt, der wieder, vermittelst zweyer Zapfen, 90 Grad von der vorigen an der inwendigen Seite eines viereckigten Kastens eingehängt wird, damit die Magnetnadel bey allen Schwankungen des Schiffs ihre horizontale Lage behält. Es sey fig. 50. A das Vordertheil und B das Steuerruder am Hintertheil eines Schiffs, AB der Kiel desselben: so wird der den Seecompaß einschließende Kasten in einem bey B befindlichen Behältnisse (die **Steuermannshütte**) so gesetzt, daß der Mittelpunct c senkrecht über AB und be mit AB unter einem rechten Winkel

steht. Er heißt der **Strich**= oder **Routecompaß**, weil er dient, um den Lauf des Schiffes, vermittelst des Steuerruders, zu lenken. Zeigt z. B. die Magnetnadel nach cn Norden, so ist ncA der Windwinkel, welchen der Weg des Schiffs mit dem Meridian nach Osten macht. Bläset nun der Wind gerade dahin, und stößt folglich senkrecht auf das Seegel DP, so wird das Schiff bloß durch Hülfe des Windes nach der Richtung BA fortgeführt. Der Wind ist aber selten so günstig, und daher muß das Seegel, wenn der Wind von der Seite kömmt, schräge gegen BA gestellt werden; alsdann wird aber das Schiff von der Richtung, nach welcher es der Seefahrer vermittelst des Steuerruders unter den Winkel des Strich-Compasses hinlenkt, seitwärts abgetrieben.

557. Diese Abweichung des Schiffs von seinem geraden Lauf wird durch den sogenannten **Peil**=**Compaß** (Variations=Compaß) gefunden, welcher mit Dioptern und beweglichen Linealen versehen, und dessen Rose in 360° eingetheilt ist. Er dient auch zur Beobachtung der Morgen= und Abendweite, des Azimuths der Sonne und Sterne, imgleichen zur Bestimmung der Winkel, welche entlegene Gegenstände auf der See, als Küsten, Berge, Klippen ꝛc. mit dem Meridian oder einem gewissen Windstrich machen. Steht z. B. das Seegel MO schief, so daß der Wind von S kömmt, so wird das Schiff vom

Winde, nicht allein seiner Länge nach von C gegen G, wohin es der Steuermann vermittelst des Steuerruders lenkt, sondern auch zugleich etwas nach der andern Seite R fortgetrieben, und es nimmt seinen Weg etwa in der Richtung TCR, welcher mit dem Winde den Winkel RCS und mit A den Winkel RCA macht. Dieser letztere Abweichungswinkel läßt sich mit dem Peil-Compaß von C aus finden, weil das Schiff durch seine schnelle Bewegung hinter sich nach der Richtung CT eine Strecke fort in der See eine Art von Bahn (das **Kielwasser**) zurückläßt, deren Winkel mit dem Kiel BCT = RCA sich messen läßt. Der Stoß des Windes nach SC wirkt auf das Seegel OM wie auf eine schräge Ebene, und sucht selbiges aus der Stelle zu treiben; das Schiff stellt aber dem Wasser gegen D seine größte Seitenfläche entgegen: daher muß es vorwärts nach G mit einiger Abweichung gegen R fortseegeln.

§§8. Die Abweichung (Fehlweisung) der Magnetnadel muß beym jedesmaligen Gebrauch des Compasses in allen Gegenden des Oceans genau bekannt seyn, um den wahren Windstrich, nach welchem das Schif fortgeführt worden, zu finden. Hiezu dient die Beobachtung der Sonne, des Mondes, oder bekannter Sterne im Meridian: denn da zeigt die Magnetnadel sogleich die Abweichung von der auf diese culminirenden Himmelskörper, vermittelst der

Dioptern gerichteten Meridianlinie des Variations-Compasses; oder auf eine ähnliche Art, wenn man weiß, zu welcher Zeit des Nachts bekannte, dem Pol benachbarte Sterne, gerade **unter** oder **über** demselben durch den Meridian gehen.

559. Dann ist auf der See die **Morgen-** und **Abendweite** der Sonne zu beobachten hiezu ganz besonders dienlich. Diese läßt sich aus schon vorhandenen Tafeln nehmen oder leicht berechnen (§. 129). Die Bemerkung, in welchen Puncten des Horizonts nach dem Compaß die Sonne auf- oder untergeht, verglichen mit dem, was jene Tafeln oder Rechnung unter der bekannten Polhöhe des Schiffes ansetzen, giebt die Abweichung des Compasses.

560. Die Geschwindigkeit eines seegelnden Schiffs zu finden, dient das sogenannte **Log**. Es ist ein hölzernes Dreyeck, 6 bis 7 Zoll hoch, dessen untere Seite mit Bley beschwert wird, so, daß es sich senkrecht ins Wasser stellt, und an seiner obern Spitze wird ein langes dünnes Seil (die **Logleine**) befestigt. Man läßt es beym Steuerruder in die See fallen, und windet im Seegeln des Schiffs die um eine Spindel geschlagene und in gleich weit von einander befindliche Knoten abgetheilte Logleine ab; und aus der Beobachtung, wie viel Knotenlängen in einer halben Minute abgewunden worden, ergiebt sich, wie geschwind das Schiff während des Versuchs fortseegelt.

561. Gewöhnlich ist der 120ste Theil von $\frac{1}{3}$ einer Seemeile, die auf 17100 Franz. Fuß gerechnet wird, oder $47\frac{1}{2}$ Fuß das Maaß von einem Knoten zum andern. Gesetzt nun, es sind während einer halben Minute von dem Anfangspunct der Abtheilung an zu rechnen, 6 Knotenlängen der Logleine abgewunden, so ist das Schiff inzwischen $\frac{6 \cdot \frac{1}{3}}{120} = \frac{2}{1\,2\,0} =$ $\frac{1}{60}$ Meilen fortgeseegelt, und man schließt, daß es in einer Stunde $120 \cdot \frac{1}{60} = 2$ Meilen zurücklegen wird. Hiebey setzt man voraus, daß das Log auf der Stelle, wo es ausgeworfen, unbeweglich liegen bleibt, welches nicht völlig zutrift; und da überdem der Ocean selbst an verschiedenen Oertern einer Bewegung nach einer gewissen Gegend unterworfen ist, welche man die **Strömung** nennt, so wird sowohl das Log als das Schiff gemeinschaftlich nach dieser Richtung zugleich fortgeführt, und es kömmt darauf an, ob das Schiff vom Winde mit dem Seestrom nach einer oder entgegengesetzten Richtung, oder unter einem gewissen Winkel fortseegelt, um zu bestimmen, ob und wie weit es dadurch von seinem wahren Lauf abgeleitet worden.

562. Das Weltmeer hat z. B. zwischen den Wendecirculn eine beständige Bewegung von Osten nach Westen, und legt zwey bis drey Meilen in einem Tage zurück. Unter diesem Himmelsstrich zeigt also das Log nur an, wie viel ein nach Westen oder Osten

seegelndes Schiff sich geschwinder oder langsamer als die See bewegt hat. Seegelt es von Süden nach Norden, so wird es mit der Logleine parallel von seinem Wege nach Westen abgeführt. Geht endlich der Lauf unter einem gewissen Winkel mit der Richtung des Seestroms vor sich, so macht das Schiff gleichfalls einen größern oder kleinern Weg, als die Logleine angiebt.

563. Der Schiffer muß also in allen Gegenden des Oceans die Richtung und Geschwindigkeit der Meeresströme kennen, wenn er mit Zuverläßigkeit aus dem Loggen den zurückgelegten Weg seines Schiffes bestimmen will. Unterdessen bedürfen Bemerkungen dieser Art noch genauerer Untersuchungen. Außer der allgemeinen Strömung des Wassers zwischen den Wendekreisen nach Westen, welche sich aber doch nordwärts der Mittellinie etwas gegen Mittag, und südlich unter derselben gegen Mitternacht hinzieht, auch in der Nähe des festen Landes, der Inseln und Vorgebürge, unterbrochen wird, giebt es in verschiedenen Gegenden des Oceans, und in der Nachbarschaft der Küsten, noch besondere beständige oder veränderliche Meeresströme.

564. Wenn dem Schiffer der Ort seiner Abreise durch astronomische Beobachtungen, der Windstrich, unter welchem er fortgeseegelt, nach dem Compaß, und die Geschwindigkeit des Schiffs nach der Logleine

bekannt ist, so kann er den zurückgelegten Weg auf den Seecharten verzeichnen, und den Ort des Schiffs nach geographischer Länge und Breite angeben. Die sogenannten **platten Seecharten** bilden nur kleine Meeresgegenden und Küsten ab, und daher sind auf denselben die Meridiane und Parallele gerade sich unter rechten Winkeln durchschneidende Linien. Die in der Geographie üblichen Charten, welche, nach den Regeln der Perspective, entweder ganze Welttheile, oder die Halbkugel der Erde auf einer Ebene vorstellen, sind in der Schiffahrt nicht brauchbar, weil auf denselben die Meridiane und Parallele, wenigstens die letztern allemal, gekrümmt erscheinen. Bey demjenigen Entwurf der Halbkugel der Erde, fig. 51., der den Pol P in der Mitte hat, und die Länder und Meere am wenigsten verzogen darstellt, durchschneiden sich freilich alle Meridiane AP, DP ꝛc. als gerade Linien im Pol, der Aequator AD und dessen Parallele erscheinen als Kreise; allein alle Windlinien, nach welchen der Schiffer fortseegeln muß, sind auf dergleichen Charten eben so, wie auf der Erdkugel selbst, spiralförmig gekrümmt, und für den Seefahrer schwer zu bestimmen.

565. Will nun der Schiffer z. B. von dem Punct des Aequators C aus nach **Nordosten** steuern, so muß der Lauf seines Schiffs mit allen Meridianen, oder mit der Linie des Compasses, die nach bekannter

Abweichung den wahren Norden zeigt, einen beständigen Winkel von 45° machen. Kommt er nun in G, so zeigt jene Linie nach GNP den Nordpol an, und dies ist der Meridian für G. Setzt das Schiff seine Reise nach Nordost fort, so kömmt es von G nach H. Hier muß die Nordlinie die Lage HP annehmen, damit PGH = PHJ = 45° werde, und eben so geht es in J ꝛc., wenn das Schiff beständig nach Nordost fortseegelt. Hieraus entsteht die Spirallinie CGHJP, deren Umfang mit der Annäherung gegen den Pol kleiner wird. CNP und CSVP sind dergleichen Linien, die man loxodromische nennt, für **Nord Nordost** und **Ost Nordost**. Sie finden überhaupt statt, sobald ein Schiff mit allen Meridianen, durch die es hinseegelt, einen spitzen und unveränderlichen Winkel macht, und folglich seine geographische Länge und Breite beständig verändert, und werden größte Kreise der Erdkugel, wenn es entweder **beständig unter einem und demselben Meridian**, oder **unter dem Aequator**; hingegen kleinere Kreise, wenn es beständig **unter irgend einem Parallelkreis** des Aequators seegeln könnte. In den beyden letztern Fällen ginge der Schiffscours gerade gegen Osten oder Westen, ohne Veränderung der geographischen Breite; und im erstern Fall gerade gegen Norden oder Süden, ohne Veränderung der Länge. Und nur auf diesen

Fahrten würde der Seefahrer, nach einer einmaligen Umschiffung sämtlicher Meridiane und Parallele, wieder gerade den Ort seiner Abreise auf dem kürzesten Wege erreichen. Alle übrigen loxodromischen Linien aber führen ihn durch alle Meridiane der Erdkugel herum auf Umwegen, und niemals wieder in den Hafen der Ausseegelung zurück.

566. Der Seefahrer würde nun schwerlich auf dergleichen Seecharten, worauf die loxodromischen oder Windlinien gekrümmt erscheinen, den Weg seines Schiffs verzeichnen können. Ueberdem ist er wegen der Lage des festen Landes, der Inseln und Klippen, widrigen Winden, Meeresströmen ꝛc. genöthigt, seine Schiffsroute inzwischen oft zu ändern. Gesetzt auch, ein sehr entlegener Berg n erscheine von C aus in Osten, und ein anderer R in N. O., so wird der Seefahrer, wenn er auch den Strich West und S. W. hält, solche nicht erreichen, sondern nordwärts vorbeyseegeln, wie die Figur zeigt.

567. Man hat daher für den Seefahrer Charten erfunden, auf welchen alle Windlinien gerade vorgestellt werden können. Auf denselben mußten nothwendig alle Meridiane gleichlaufend und die Grade der Länge im Aequator und allen Parallelkreisen gleich groß seyn. Man nennt solche **reducirte Charten**, und **Mercator** machte sie im Jahr 1550 zuerst bekannt. Man läßt auf denselben die Grade

des Meridians, oder der Breite, in gleichem Verhältnisse gegen die Pole zunehmen, als die Grade der Länge in einem jeden Parallelkreise abnehmen. Nun richtet sich diese Abnahme nach dem Cosinus der Breite (§. 217.): daher muß die Vergrößerung der Grade des Meridians nach der Secante der Breite vor sich gehen; denn der Cosinus wird, z. B. bey zunehmenden Winkeln, gegen den Radius um so vielmal kleiner, als die Secante größer wird. Es folgt hieraus: daß sich unter den Graden der Längen und Breiten auf diesen Charten, nach einem Meridian gemessen, dessen Grade sich eben so vergrößern, allemal das richtige Verhältniß wie auf der Erde finden müsse. Eine Folge von dieser Vergrößerung ist, daß die Länder und Meere gegen die Pole immer mehr ausgedehnt erscheinen; unterdessen behalten sie, nach der ihrer Breite zugehörigen Größe eines Grades vom Meridian gemessen, gegen alle übrigen das richtige Verhältniß.

568. Auf den mehrsten nach Mercators Manier entworfenen Seecharten, zieht man aus verschiedenen Puncten die 32 Windstriche des Compasses, damit der Seefahrer den zu befolgenden Wind finden könne, wenn er sucht, welcher Windstrich der einen oder andern gezeichneten Schiffsrose, mit einer von dem Ort seines Aufenthalts zum Ort der Bestimmung gehenden Linie parallel liegt. Allein dergleichen Seecharten

charten werden so sehr mit sich einander durchkreuzenden Windlinien angefüllt, daß die Bezeichnung des zurückgelegten und noch zu nehmenden Weges von einem Schiff auf denselben dadurch erschwert wird. Besser ist es demnach, die Parallele des Aequators und die Meridiane selbst zu ziehen, wobey der Seefahrer den Ort und Weg seines Schiffs mit Zirkel und Lineal, imgleichen einer auf Pappe geklebten, genau eingetheilten Schiffsrose, durch deren Mittelpunct ein Faden gezogen wird, viel bequemer findet *).

569. **Es sey** fig. 52. **A der nach Länge und Breite bekannte Ort der Abreise eines Schiffs,** unter dem 357° der Länge und $40\frac{1}{2}$° nordlicher Breite. Nun seegele es 80 Franz. Seemeilen (20 auf einen Grad des Aequators oder des Meridians gerechnet) nach **Nordost,** und dann wieder 100 solcher Meilen unter dem **Nord-Nordostwinde.** Der Seefahrer legt nun an A den Mittelpunct der auf Pappe gezogenen Schiffsrose, so, daß deren Linie von Süden nach Norden genau mit der Lage eines Meridians der Charte übereinkömmt; spannt den Faden über den Windstrich Nordost, und nimmt mit einem Zirkel 80 Meilen = 4° des Meridians, deren Weite sich in der Gegend der Breite, unter welcher das Schiff seegelt (demnach hier zwischen 40 und 44°)

*) S. den Seeatlas der hiesigen Akademie der Wissenschaften vom Jahr 1749.

bis auf einen geringen Unterschied ergiebt, trägt solche von A aus längs dem ausgespannten Faden: so findet sich der Punct B als der Ort der Ankunft des Schiffs, unter dem ersten Grad der Länge und $43\frac{1}{3}^{\circ}$ der Breite. Legt ferner an B den Mittelpunct der Rose, und spannt den Faden über Ost-Nordost; nimmt von B aus an demselben die Weite von 100 Meilen $= 5^{\circ}$ des Meridians: so ist C der Ort, wo sich das Schiff alsdann befindet, unter dem $7\frac{2}{3}^{\circ}$ der Länge und $45\frac{1}{3}^{\circ}$ der Breite. Von A bis C ist es demnach um $10\frac{2}{3}^{\circ}$ gegen Osten $=$ AS, und um $4\frac{5}{6}^{\circ} =$ SC gegen Norden gesegelt. Dergleichen Aufgaben lassen sich noch auf verschiedene Art abändern, nachdem dem Seefahrer das eine oder das andere Stück in den Dreyecken ABE und BCR bekannt ist.

570. Bey diesen mechanischen Operationen, die zur Erfindung und Bezeichnung des Weges vom Schiff auf den nach einem großen Maaßstab entworfenen Seecharten, hinreichend sind, wird vorausgesetzt, der Seefahrer schätze nicht allein den Lauf und die Geschwindigkeit seines Schiffs, nach dem was die Logleine angiebt, imgleichen den Strich des Windes, unter welchem er fortseegelt, nach dem Compaß; sondern es sey ihm auch die Abtrifft, so wie die Abweichung der Magnetnadel in den durchschiften Gegenden bekannt. Sonst werden die Seecharten den Ort der Ankunft des Schiffs nicht mit der erforderlichen

Richtigkeit anzeigen. Der Seefahrer muß daher in B die geographische Länge und Breite, unter welchen er sich befindet, durch astronomische Beobachtungen zu bestimmen suchen. Diese Vorsicht ist auch bey der vermeintlich richtigsten Schätzung des Weges und des Windstriches nöthig, um die Schiffahrt desto sicherer fortsetzen zu können.

571. Das Meer hat, außer der oben angezeigten Bewegung und der, welche die Stürme verursachen, noch eine tägliche und periodische, die unter dem Namen der **Ebbe und Fluth** bekannt ist. Es steigt nemlich alle Tage zweymal gegen die hohen Küsten der Länder an, oder überschwemmt die niedrigen Ufer derselben; eben so tritt es in die Mündungen der Häfen und in den Flüssen eine mehr oder mindere Strecke hinauf. Zweymal zieht es sich im Gegentheil täglich wieder zurück, und eine jegliche Höhenabwechselung dauert etwa sechs Stunden. Das Wasser steigt ohngefehr sechs Stunden, und fließt nachher fast eben so lange wieder ab, jenes heißt die **Fluth** und dieses die **Ebbe**. Nach dem niedrigsten Stande desselben folgt hierauf eine zweite Fluth ꝛc. Eine jede dieser Meeresveränderungen dauert unterdessen etwas länger als sechs Stunden, und nach 24 Stunden verspätigt sich der höchste und niedrigste Stand des Wassers allemal um etwa 50 Minuten.

572. Diese tägliche Verspätigung der Ebbe und Fluth giebt zu erkennen, daß vornemlich der Mond die Ursache derselben sey, weil derselbe nach 24 Stunden um etwa so viel später den Meridian erreicht. Nach 15 Tagen fallen die Fluthen um 12 Stunden später, und nach Verlauf von 29 Tagen, (dem synodischen Umlauf des Mondes) wieder in gleichen Stunden des Tages ein, woraus sich ergiebt, daß die vereinigte Wirkung von Sonne und Mond auf die Gewässer der Erde diese Meeresveränderungen hervorbringen müssen, welches noch mehr die nähern Erscheinungen bey denselben bestätigen. Z. B. In einem jeden Monat steigt um die Zeit des Voll- und Neumondes, auch wenn der Mond in seiner Erdnähe ist, das Wasser höher als gewönlich, und die stärksten Fluthen treffen ein, wenn um die Zeit der Aequinoctien Neu- oder Vollmond ist.

573. Die Ebbe und Fluth ist hiernach eine Wirkung der allgemeinen Schwere. Sonne und Mond werden, vermöge ihrer Anziehungskraft, wie **Kepler und Newton** zuerst dargethan, das **senkrecht unter ihnen** befindliche Wasser etwas erheben, weil dessen Theile nicht so wie die Länder diesem Zuge widerstehen. Hiebey wird das Wasser von andern Oertern der See mehr hieher geführt, und häuft sich dadurch unter diesen Himmelskörpern stärker an, als sonst irgendwo auf der denselben zugewendeten Halbkugel, folglich muß es inzwi-

schen in andern Gegenden niedriger werden oder abfließen. Da sich nun die Erdkugel von Westen gegen Osten umwälzt, so wird dieses senkrecht unter dem Mond und der Sonne erhöhete Wasser nach der entgegenstehenden Richtung fortgeführt, und daher herrscht auf dem Meer eine schwankende Bewegung desselben, weil es nemlich, wenn es in einer Gegend hoch steht, in einer andern niedriger werden muß. Wenn Mond und Sonne am Firmament nicht beysammen stehen, so verursacht die anziehende Kraft eines jeden für sich eine größere oder geringere Erhebung des Wassers, an Oertern, worüber er senkrecht weggeht.

574. Da der Mond, wegen seiner Nähe bey uns, den größten Antheil an der Ebbe und Fluth hat, so kann man sich denselben Anfangs als den einzigen hiebey wirkenden Körper vorstellen. Demnach sey Fig. 53. E der Mittelpunct der Erde; A und B zwey entgegenstehende Puncte ihrer Oberfläche, die man sich als überall mit Wasser umflossen vorstellen kann. Ueber dem Punct A stehe senkrecht der Mond in m, so ist A dem Monde am nächsten, und B von demselben am entlegensten. Das Wasser bey A wird daher mit einer größern Gewalt als der Mittelpunct der Erde E, und dieser hinwieder etwas stärker, als das Wasser um B vom Mond angezogen, Wenn sich nun das Wasser in A nach dem Mond hinzieht, oder über

die Oberfläche der Erde von A bis a sich hebt, so muß es zu gleicher Zeit in B, als einem dem Monde gerade entgegengesetzten Punct, sich vom Mittelpunct der Erde gleichfalls entfernen, oder um B b über die Erdoberfläche erheben, denn weil E vom Monde schwächer angezogen wird, so bleibt das dortige Wasser gleichsam zurück, oder erhält eine geringere Schwere gegen den Mittelpunct der Erde, wodurch es nothwendig sich von demselben mehr entfernt, also steigt. Hingegen wird das Wasser etwa 6 Stunden vom Meridian, worin der Mond steht, oder um D und C, wovon es nach A und B hingeströmt, mittlerweile bis in d und c gefallen seyn, so, daß alsdann hier das niedrigste Wasser ist, wobey folglich die Wasserkugel der Erde die ellipsenähnliche Gestalt a c d b angenommen.

575. Bliebe nun der Mond in m, so würden die Meeresveränderungen allemal nach 24 Stunden wieder eintreffen, so aber rückt derselbe mittlerweile etwa 13 Grad am Himmel von Westen gegen Osten in seiner Bahn fort, steht er nun am folgenden Tage zu einer gleichen Stunde in n, so hat A alsdann ohngefehr 50 Minuten später Fluth, weil die Erde sich noch um A r umdrehen muß, bis A wieder den Mond senkrecht über sich hat. In den Gegenden des Oceans, die gerade unter den Mond kommen können, treffen die Fluthen zur Zeit des neuen und vollen Mondes um die Mittags- und Mitternachtsstunde,

und zur Zeit der Viertel um die sechste Abend- und Morgenstunde ein, weil der Mond alsdann um diese Tageszeiten im Meridian erscheint. Eigentlich stellt sich aber das höchste Wasser erst einige Zeit nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian oder Scheitelpunct von A und B ein.

576. Die Wirkung der Sonne auf die Gewässer ist wegen ihrer 400 mal größern Entfernung beträchtlich geringer. Wenn Sonne und Mond nach einer Gegend gemeinschaftlich wirken, so muß der Zufluß des Wassers um so viel grösser seyn. Daher entstehen die stärkern Fluthen im neuen und vollen Monde ꝛc. Ueberhaupt lassen sich die Beobachtungen über die Fluth des Oceans, mit dieser kürzlich vorgetragenen Theorie vereinigen, es würde aber alles noch besser stimmen, wenn die Erde überall mit Wasser bedeckt wäre, und das feste Land, die Inseln ꝛc. nach ihren verschiedenen Lagen, imgleichen die Seeströme, die Winde ꝛc. nicht den gleichförmigen Zufluß des Wassers nach der Gegend unter dem Mond oder der Sonne, mehr oder weniger verhinderten oder änderten.

577. Auf denjenigen Meeren, worüber 1) die Sonne oder der Mond niemals senkrecht kommen, oder die 2) wenig Ausdehnung haben, rund umher von Land eingeschlossen sind, oder mit dem Ocean nur durch schmale Meerengen Gemeinschaft haben, wird die

Ebbe und Fluth entweder gar nicht, oder doch nur schwach bemerkt. Denn da Sonne und Mond eigentlich nur unter dem heißen Erdgürtel, oder zwischen den Wendekreisen das Wasser des Oceans durch ihre Anziehung erheben, so wird die Ebbe und Fluth immer geringer, je näher man den Polen kommt, in deren Gegenden das Wasser allemal seinen niedrigsten Stand hat. Uebrigens wird die Größe der Ebbe und Fluth nach der Lage der an den offenen Weltmeeren grenzenden Küsten, der weitern oder engern Mündungen ihrer Häfen, Busen und Flüssen, sehr verschieden bemerkt.

578. Ferner ist auch die Zeit der eintretenden Fluth nach den unterschiedlichen Lagen oder Vertiefungen der Mündungen der Häfen und Flüsse an den Seeküsten sehr verschieden. Das höchste Wasser trift gemeiniglich erst einige Stunden nach der Culmination des Mondes ein. Diese Verspätigung ist an einem Ort bis auf den von Wind und Wetter und vom verschiedenen Stande des Mondes gegen die Sonne erregten Unterschied, allemal von gleicher Dauer, und hiernach läßt sich die Zeit des höchsten Wassers für diese Oerter berechnen. Auf dem offenen Weltmeer soll das höchste Wasser jedesmal drey Stunden nach der Culmination des Mondes zu seiner größten Höhe gelangen.

579. Der Seefahrer muß nothwendig eines Theils den durch vorige Schiffsmethode gefundenen Lauf seines Schiffs durch astronomische Beobachtungen so oft als möglich zu berichtigen suchen, weil auf dem unabsehbaren Ocean so viele bekannte und unbekannte Hindernisse diese Methode nicht selten sehr unsicher machen, und andern Theils die unter einem jeden Erdgürtel veränderlichen Erscheinungen am Himmel kennen. Es sind ihm daher außer den ersten Gründen der ebenen und sphärischen Trigonometrie, auch Kenntnisse der sphärischen Astronomie und die Lehren der mathematischen Erdbeschreibung, wozu oben Anweisung gegeben, nothwendig. Verschiedene hiebey vorfallende Berechnungen werden dem Seefahrer durch verschiedene in den Schriften von der Schiffahrt vorkommende Tafeln, erspart; auch zeigen meine jährlich herauskommenden astronomischen Jahrbücher den Stand der Sonne und des Mondes für einen jeden Tag, und die vorfallenden Himmelsbegebenheiten, als Finsterniße, Zusammenkünfte oder Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Mond ꝛc., Verfinsterungen der Jupiterstrabanten ꝛc. an.

580. Die Seequadranten, Octanten ꝛc. können wegen den beständigen Schwankungen des Schiffs keinen zur Bestimmung der Höhe auf dem Gradbogen dienenden Faden, an welchem eine Bleykugel hängt,

oder ein Pendul haben. Der Steuermann muß daher bey den Ausmessungen der Sonnen- Mond- und Sternenhöhen den Meerhorizont (§. 27.) zur Richtschnur nehmen, wenn ihn nicht die Dunkelheit der Nacht solchen zu sehen verhindert. Die gewöhnlichsten Instrumente dazu sind: der **englische Schiffsquadrant**, und der **hadleysche Reflexionsoctant oder Quadrant.**

581. Der **englische Schiffsquadrant** ist aus zwey Bögen von ungleichen Halbmessern, die aber beyde zusammen 90° austragen, zusammengesetzt. Der eine hat 8 bis 9 Zoll, und der andere 18 bis 20 Zoll im Halbmesser, jener faßt etwa 60 und dieser die übrigen 30 Grade des Quadranten. An beyden sind Dioptern angebracht, die sich verschieben lassen. Beym Gebrauch stellt man sich mit dem Rücken gegen die Sonne, und setzt die Diopter am kleinern Gradbogen genau am Endpunct eines gewissen Grades. Wenn nun die Sonne durch ein in deren Oeffnung gesetztes convexes Glas ihr Bild auf ein beym Mittelpunct angebrachtes Stück Blech, welches in der Mitte eine Spalte hat, abwirft, so sieht man durch das kleine in der andern auf dem größern Bogen stehenden Diopter befindliche Loch, und verschiebt diese Diopter so lange, bis sich durch selbige und jene Spalte in C der Meerhorizont zeigt; dann giebt folglich die Summe beyder zwischen den Dioptern liegen-

den Bögen die scheinbare Höhe der Sonne über dem Meerhorizont.

582. Das beste Schiffsinstrument zur Ausmessung der Höhen der Himmelskörper über dem Horizont, ist der reflectirende Quadrant, Fig. 54. den Hadley im Jahr 1731 erfunden. Sein Gradbogen A B faßt nur 45°, allein diese Grade erhalten vermittelst der bey diesem Instrument angebrachten Spiegel, einen doppelten Werth, und er ist daher in 90° abgetheilt, so, daß er als ein Quadrant dient. Es ist bekannt, daß, wenn ein Lichtstrahl unter einem gewissen Winkel mit der lothrechten Linie auf einen Spiegel fällt, er auf der andern Seite unter einem gleich großen Winkel wieder reflectirt wird. Neigt man nun den Spiegel um seinen Mittelpunct 4° niederwärts, so vergrößert sich sowol der Einfalls- als Reflexionswinkel um eben so viele Grade und demnach der ganze Winkel um 8°.

583. An der Seite D B ist ein kleines Fernrohr O befestigt, i g ist ein kleiner gläserner Spiegel senkrecht an der Seite D A, welcher nur an der Seite gegen O zur Hälfte mit Folie belegt ist, so, daß man von O aus durch den entblößten Theil des Glases den Meerhorizont (wo sich Wasser und Luft zu vereinigen scheinen) nach O H sehen kann. Eben dieser Horizont ist zugleich in dem übrigen belegten Theil des Spiegels noch einmal (aus O betrachtet) zu sehen, indem

das Bild desselben von einem andern und größern Spiegel r s, dessen belegte Seite gegen die belegte Seite des kleinen Spiegels i n g liegt, und der am Mittelpunct der beweglichen Regel D C, oder des Quadranten genau nach der Richtung m C befestigt ist, nach m n zurückfällt, so bald diese Regel genau auf den Anfangspunct der Abtheilung bey a geschoben wird, als in welchem Fall r m s mit i n g parallel steht, und folglich m L mit der horizontalen Linie O H gleichfalls parallel läuft. So bald aber die Regel mit dem Spiegel r s, von B nach o, z. B. um 12° = a m o gerückt wird, so verschwindet das zweyte Bild des Horizonts; der Winkel, den vorher das Perpendicul E m des größern Spiegels, mit der Linie m n machte, vergrößert sich, da m n unveränderlich ist, um 12°, und auf der andern Seite nimmt der Neigungswinkel der Linie m L gegen m E gleichfalls um 12° zu, daher wird nun die Linie m L sich um 24° mehr gegen m n neigen oder der Winkel L m n sich um 24° vergrößert haben, welche 24° a o angiebt.

584. Bey Beobachtungen einer Sonnenhöhe sucht der Seefahrer das Instrument vertical und die Puncte O n in einer horizontalen Lage zu erhalten, damit er durch das Fernrohr O den Meerhorizont nach H durch den unbelegten Theil n des kleinen Spiegels sehen kann. Schiebt hierauf die Regel von B so lange fort, bis ihm statt des zweyten von r s auf

i g zurückgeworfenen Bildes vom Horizont der obere oder untere Rand der Sonne, durch O betrachtet, genau im Horizont erscheint, so hat inzwischen die horizontale Linie m L die Sonne L erreicht, oder sich um den Winkel der scheinbaren Sonnenhöhe über den Horizont erhoben, und gesetzt, dies treffe ein, wenn die Regel über o steht, so muß die wirkliche Anzahl Grade von B C nemlich a o doppelt genommen, die gesuchte Höhe der Sonne angeben. Auf dem Gradbogen dieses Instruments sind unterdessen die Grade schon doppelt angesetzt, und daher zählt a o die Höhe des obern oder untern Sonnenrandes über dem Meerhorizont. Wenn die senkrecht unter der Sonne liegende Gegend des Horizonts von hohen Küsten bedeckt wird, kann der Schiffer den gerade gegen über liegenden Theil des Horizonts zur Richtschnur nehmen, weil sich der hadleysche Octant, durch Versetzung des Spiegels i g, auch so einrichten läßt, daß man dem Himmelskörper den Rücken zuwendend, dennoch dessen Höhe beobachten kann. Es lassen sich auch mit demselben scheinbare Entfernungen der Sterne von einander, und vom Monde, des letztern von der Sonne ꝛc. bis zu großen Weiten messen.

§85. Ist der Meerhorizont entweder durch Küsten und Berge oder Nebel und Wolken bedeckt, so verschafft man sich einen **künstlichen Horizont** oder eine polirte Horizontalebene, auf welche die Stralen

der Himmelskörper fallen, und reflectirt werden. Es wird durch das Fernrohr O ihr reflectirtes Bild durch den unbelegten Theil des Spiegels i g bemerkt, und die Regel so weit fortgeschoben, bis das vom großen auf den kleinen Spiegel reflectirte zweyte Bild auf jenem im Fernrohr erscheint, so ist die Höhe beobachtet. Die Regel schneidet hier die doppelte Anzahl Grade der Höhe ab, von welcher also die Hälfte genommen wird. Serson hat als künstlichen Horizont auf der See eine Art von Kräusel ausgedacht *).

586. Die auf diese Art gefundene scheinbare Sonnen- oder Sternenhöhe muß hierauf noch wegen der **Refraction**, und wegen der **Neigung des Meerhorizonts**, fig. 56., verbessert werden. Die Verbesserung wegen der Refraction zeigt §. 159. Da auch der Schiffer, bey Beobachtungen der Höhe der Sonne, gewöhnlich den einen oder andern Rand derselben mit dem Octanten an den Meerhorizont bringt, so muß ihm der Halbmesser der Sonne bekannt seyn, um die Höhe ihres Mittelpuncts zu finden. NM, fig. 59., ist ein Theil vom Umfange der Erdkugel; a der Ort des Schiffs; aZ führt zum Zenith: demnach ist aR der scheinbare Horizont für die Meeres-

*) Auf dem Lande bedient man sich beym Gebrauch der Hadleyschen Reflexionsoctanten oder Sextanten ebengeschliffener Glasscheiben als künstlicher Horizonte. S. astron. Jahrbuch 1788, Seite 147 und 148.

fläche in a. Nun sey aber der Seefahrer auf dem Verdeck seines Schiffes, und stehe in n, so wird sich der Ocean mit dem Firmament in o zu vereinigen scheinen, folglich die Gesichtslinie des Meerhorizonts n o T, von welchem er anfängt die Höhe zu rechnen, sich unterhalb dem scheinbaren a R oder n r um r n T neigen. Man übersieht also aus n mehr als 90° vom Zenith bis zum Meerhorizont.

§87. Es sey S a R = s n r die scheinbare Höhe der Sonne aus a oder n mit einem gewöhnlichen astronomischen Quadranten genommen, wobey man diesen Meerhorizont nicht braucht; so wird aus n der Winkel S n T = die Höhe der Sonne mit dem Hadleyschen Octanten oder englischen Schiffsquadranten gemessen, welcher um r n T größer ist. Daher muß die in verschiedentlichen Höhen über a veränderliche Neigung der Linie n T unter dem Horizont von der mit diesem Instrument gefundenen scheinbaren Höhe abgezogen werden. Auf 15 Fuß Höhe über a ist z. B. jene Neigung 4 Min., auf 50 Fuß $7\frac{1}{4}$ Min.

§88. Die **geographische Breite** und die **Erfindung der Länge** auf der See, sind die vornehmsten astronomischen Aufgaben bey der Schiffahrt. Da sich überhaupt die Höhe aller Himmelskörper kurz vor und nach ihrer Culmination wenig verändert, und auf der See schon der Compaß, wenn die Abweichung der Magnetnadel nur einigermaaßen bekannt ist, mit hin-

länglicher Genauigkeit den Meridian nach der Richtung der Linie von Norden nach Süden anzeigt: so wird der Schiffer die Höhe der daselbst erscheinenden bekannten Sterne, ohne die Zeit ihres Standes im Meridian genau zu wissen, zu seinem Endzweck beobachten können; und dann gebrauchen die Seefahrer, bey Berechnung der geographischen Breite, gewöhnlich den Abstand vom Zenith.

589. Es sey N fig. 3. der Nord- oder Südpol, so ist, **wenn der Stern vom Zenith auf der Seite des über dem Horizont sichtbaren Pols** 1) zwischen dem Pol N und Horizont R in d im Meridian steht $RN = 180° - (Zd + Ed)$, 2) zwischen dem Pol und Zenith in c... $RN = Ac - Zc$; **wenn der Stern vom Zenith an der dem sichtbaren Pol entgegengesetzten Seite in den Meridian kömmt,** und 3) dessen Abweichung und die Breite des Ortes der Beobachtung, entweder beyde zugleich nordlich oder südlich sind, so daß N der Nord- oder Südpol und g der Stern sey, $RN = Zg + gA$; 4) beyde, nemlich Abweichung und Breite, verschiedene Benennungen haben, demnach RN eine nordliche oder südliche Polhöhe vorstellt, und der Stern in n steht, $RN = Zn - An$. Die Anwendung dieser Regeln zeigen folgende Beyspiele; da aber bey derselben der Abstand vom Zenith vorkömmt, so muß

die

die Refraction und Neigung des Meerhorizonts zu diesem Abstand addirt werden.

590. Ein Steuermann findet im stillen Meer diesseits der Linie mit dem englischen Sequadranten oder Hadleys Octanten am 24sten October 1775 zu Mittage, da er seine Länge beyläufig auf 250°, folglich 110° von der Insel Ferro, oder 130° = 8 St. 40′ vom Pariser Meridian gegen Westen schätzt, die scheinbare Höhe des untern Sonnenrandes über dem Meerhorizont, oder sno = 64° 10′,0, und damit dessen Abstand vom Zenith 25° 50′,0. Die südliche Abweichung der Sonne war, nach der Pariser Connoissance des tems, um 12 Uhr Mittags auf dem Schiff oder um 8 Uhr 40′ Abends zu Paris (indem der Schiffer 8 St. 40′ vom Pariser Meridian westwärts seegelt, und also so viel weniger zählt), 11° 55′,4; ferner, der Halbmesser der Sonne 16′,1. Er wird hieraus nach der vierten Regel also rechnen:

Scheinbarer Abstand vom Zenith .	25°	50′,0
Neigung des Meerhorizonts für eine Erhöhung von 15 Fuß . .	+	4,0
Refraction für 64° 10′ Höhe . .	+	0,5
Halbmesser der Sonne . . .	—	16,1
Wahrer Abstand des Mittelpuncts der Sonne vom Zenith . . .	25	38,4
Südliche Abweichung der Sonne .	11	55,4
Daher die nordliche Breite des Schiffs	13°	43′,0

591. Demnach wird eine einzige beobachtete Meridianhöhe die gesuchte Breite des Schiffs geben. Allein sehr oft können gerade diese Höhen, des trüben Wetters wegen, nicht bemerkt werden, und doch ist die Breite auf der See oftmals nachzusehen, von der äußersten Wichtigkeit. Man hat daher den Schiffer anweisen müssen, die geographische Breite auch durch Beobachtungen der Sonnen- und Sternenhöhen außer dem Meridian zu finden, wozu die Regeln in den Schriften von der Schiffahrt vorkommen *).

592. Außer der Erfindung der geographischen Breite auf der See, giebt es weitläuftigere astronomische Rechnungen, welche Kenntnisse der sphärischen Trigonometrie voraussetzen, und die man dem Seefahrer theils zu erleichtern, theils durch vollständig berechnete Tafeln gänzlich zu ersparen gesucht hat. Zur Erleichterung dieser Rechnung, und wenn der Schiffer etwa auch jene Tafeln nicht bey der Hand hätte, gehört unter andern die von de la Caille eingeführte Projectionsart (der **Reductionsrahmen**). Der Seefahrer kann vermittelst derselben 1) den **Auf- und Untergang der Sonne**, ihre **Morgen- und Abendweite**, **Azimuth** ꝛc. unter einer gleichen Polhöhe, imgleichen die **Zeit der Uhr** aus **beobachteten Sonnen- und Sternenhöhen**,

*) S. *Bouguer* Traité de Navigation &c. Köhls Steuermannskunst.

mit Zirkel und Lineal mechanisch finden. Sie dient auch vornemlich 2) bey Berechnung der Meereslänge, da sie durch verschiedene Maaßstäbe, die wegen der Parallaxe und Refraction nöthige Verbesserung des gemessenen scheinbaren Abstandes eines Sterns vom Monde ꝛc. angiebt. So weit ein bey dieser Projection vorkommender orthographisch eingetheilter Kreis zu den Endzwecken (1) dient, ist solcher in der 56sten Figur vorgestellt. Man beschreibt auf einem mit Papier sauber überzogenen Brette einen Kreis von etwa 8 Zoll im Halbmesser, welcher den Meridian abbildet; theilt solchen genau in einzelne Grade ein, die wie in der Figur von 10 zu 10 bezeichnet werden, und setzt bey jedem 6osten Grade die Stunden I. II. ꝛc. von A an gerechnet. Zieht einen Durchmesser AB, und theilt solchen vom Mittelpunct C aus nach den Sinussen der Bögen ein, oder legt nur ein Lineal an gleiche Grade des obern und untern Halbcirculs, und bemerkt in den Puncten, wo dasselbe den Durchmesser durchschneidet, wenn man deren Complement zu 90° nimmt, die nemlichen Grade. AB ist der Horizont, und dessen Grade zählen das Azimuth oder die Morgen und Abendweiten. A der Süd- und B der Nord-, C der West- oder Ostpunct am Horizont. Alle Linien, die ferner bey ihrem Gebrauch darauf vorkommen müs-

sen, werden nur mit Bleystift gezogen, um sie wieder auslöschen zu können.

593. Den Auf- und Untergang der Sonne nach fig. 57. auf der See zu finden, wenn bekannt ist, deren Abweichung 14° 2′ und die Polhöhe 42°, beyde nordlich. Hier giebt die Summe der Abweichung und Aequatorhöhe die Mittagshöhe der Sonne über und beyder Unterschied die größte Tiefe der Sonne unter dem Horizont. Demnach wird 14° 2′ + 48° = 62° 2′ von A aufwärts in r, und 48° — 14° 2′ = 33° 58′ von B unterwärts in n bemerkt, und von r nach n eine gerade Linie, den Parallelkreis der Sonne vorstellend, gezogen; von r zieht man einen Durchmesser des Circuls oder größten Kreis der Sphäre rk, dann wird von d, in welchem der Tagescircul der Sonne den Horizont schneidet, auf rn ein Perpendicul dg aufgerichtet, welches ein Stück eines größten Circuls ist. Man trägt hierauf die Weite Cg von C rechts oder links auf den in Grade eingetheilten Durchmesser, und findet von C an 13° = Cg diese zu 90° = Cr addirt, weil die Sonne an der Seite des sichtbaren Pols vom Aequator steht, geben rg 103° = 6 Stunden 52 Min. für ihre halbe Verweilung über dem Horizont: folglich den Untergang um 6 Uhr 52′ Abends, und Aufgang um 5 Uhr 8′ Morgens. Sie geht ferner in d auf und unter: folglich ist Cd = $19\frac{1}{2}$° ihre Abend- oder Morgen-

weite. Soll aber das Azimuth der Sonne an diesem Tage gefunden werden, wenn ihre beobachtete und verbesserte Höhe Vor- und Nachmittag 40° ist, so ziehe man durch diesen Grad der Höhe einen mit dem Horizont gleichlaufenden Höhenkreis: und so steht die Sonne in E. Man fälle von E auf den Horizont A B ein Perpendicul oder ein Stück von einem kleinern Kreise; ziehe aus C bis dahin, wo der Höhenkreis durch den Meridian bey 40° geht, eine Linie, welche jenes Perpendicul in u schneidet: so werden damit die Azimuthalgrade aE auf Grade des größten Circuls aC gebracht. Man trägt nemlich Cu von C auf dem Horizont gegen A in f, alsdann giebt au, auf AC gemessen, Af, das Azimuth der Sonne in dieser Höhe = 72° vom Meridian in Süden an gerechnet.

594. Die Zeit auf der See zu finden, 1) durch den Auf- und Untergang der Sonne. Wenn die Abweichung der Sonne und die Polhöhe des Schiffs bekannt ist, so kann der Schiffer, entweder aus den bereits darüber vorhandenen Tafeln des Unterschiedes zwischen der geraden und schiefen Aufsteigung ersehen, oder nach der Anweisung berechnen, oder nach dem vorigen §. mechanisch finden, wenn der Mittelpunct der Sonne im wahren Horizont ist. Allein dieser erscheint uns dort, wegen der Refraction, um etwa 32 Minuten erhaben; auch wird auf einem

Schiff die im Horizont stehende Sonne, wegen der Neigung der Meeresfläche, noch etwas höher über dem scheinbaren Meerhorizont gesehen. Es hält aber schwer, mit bloßen Augen zu bemerken, wenn der Mittelpunct der Sonne gerade um die Größe der Refraction und Neigung des Meerhorizonts über dieser sichtbaren Gränze des Oceans und des Firmaments erscheint. Der Schiffer giebt daher nur Acht, wenn nach seiner Taschenuhr sich des Abends der oberste Rand der Sonne unter dem Meerhorizont verbirgt, und des Morgens über demselben wieder zum Vorschein kömmt, wobey noch die Tiefe der Sonne unter dem wahren Horizont um den Halbmesser der Sonne größer ist. Hiezu dient eine Tafel, welche angiebt, wie viele Minuten die Himmelskörper unter einer jeden Polhöhe und bey einer jeden Abweichung Zeit brauchen, um ihre Höhe am Horizont einen Grad zu verändern.

595. Gesetzt, ein Schiffer sieht unter der nördlichen Polhöhe von 42° an einem Tage, da die Abweichung der Sonne 18° nordlich war, den obern Rand derselben nach seiner Taschenuhr des Abends um 7 Uhr 19′,6 unter den Meerhorizont gehen? Die Tafeln, eine Rechnung, oder Zeichnung, geben, daß der Mittelpunct der Sonne unter dieser Polhöhe und Abweichung im wahren Horizont sey um 7 U. 8′,0

Wenn aber der obere Sonnenrand sich

7 U. 8′,0

unter dem Meerhorizont verbirgt, so steht bereits deren Mittelpunct, wenn der Seefahrer etwa 15 Fuß über der Meeresfläche erhaben, auf dem Verdeck seines Schiffs sich befindet, wegen

der Neigung des Meerhorizonts 4 Min.
der Refraction . . 32 ′
des Halbmessers der Sonne 16 ′

also um 52 Min.

unter dem Meerhorizont tief. Nun braucht die Sonne unter dieser Polhöhe und Abweichung 5′,9 Zeit, um ihre Höhe einen Grad zu verändern, also zu 52 Min. 5′,1

Zeit der Beobachtung auf dem Schiff 7 U. 13′,1
die Uhr zeigte aber . . . 7 U. 19′,6
und eilte demnach d. wahr. Sonnenzeit vor 6′,5

596. Zweytens läßt sich **durch Ausmessung einer Höhe der Sonne oder eines Sterns** die wahre Sonnenzeit auf einem Schiff finden. Diese Methode ist genauer wie die vorige, und auch nicht schwer, wenn der Schiffer nur einigermaßen darin geübt ist, indem er statt einer trigonometrischen Rechnung, das verlangte vermittelst eines Entwurfs, wie fig. 57., mechanisch finden kann. Z. B.: Ein Seefahrer findet in den nordlichen Gegenden des stillen Meers am 27sten April 1775 des Nachmittags, un-

ter dem 42° nordlicher Breite und beyläufig geschätzten westlichen Länge, von Paris 160° = 10 St. 40′ mit dem Hadleyschen Octanten, den wahren und verbesserten Abstand des untern Sonnenrandes vom Zenith 50° 15′,9; damit war der Abstand des Mittelpuncts der Sonne vom Zenith gerade 50°, oder ihre Höhe über dem Horizont 40°, als die Taschenuhr auf dem Schiff 3 Uhr 21′,0 zeigte. Nach der Connoissance des tems ist zu Paris, wo man etwa 10 St. 40′ mehr als auf dem Schiff zählt, also um 2 Uhr 1′ Morgens den 28sten April die nordliche Abweichung der Sonne 14° 2′, welche nun für den Ort des Schiffs gilt. Hieraus ergiebt sich nach §. 593., daß die Mittagshöhe der Sonne 62° 2′ und ihre Mittagstiefe 33° 58′ sey. Jene bemerkt r, und diese n. Man ziehe r n zusammen, und durch C den Durchmesser r C k, imgleichen durch den 40sten Grad der Sonnenhöhe einen Höhencircul, und wo dieser in E den Parallelkreis r n durchschneidet, steht alsdann die Sonne. Man richte nun auf r n das Perpendicul E T auf, so ist der Theil des Parallelkreises der Sonne r E oder ihr Abstand vom Meridian auf Grade des größten Circuls gebracht, und r T gleich. Man trägt alsdann r T auf den eingetheilten Horizont von A nach C, und findet 48½° = 3 St. 14′ Abstand der Sonne vom Meridian. Es war also zur Zeit der Beobachtung nach der Sonne um 3 Uhr 14′ Nach-

mittag; da aber des Schiffers Taschenuhr 3 Uhr 21' zeigte, so ging selbige 7 Minuten zu geschwinde. Auf eben die Art läßt sich auch, vermittelst des Reductionsrahmen, unter einer bekannten Polhöhe die Zeit der Nacht aus Beobachtung der Höhe eines Sterns finden, wenn dessen Abweichung aus den Sternverzeichnissen und dessen Culminationszeit bekannt ist.

597. Die dritte Methode, auf der See die Zeit zu finden, ist durch gleich große Vor- und Nachmittag genommene Sonnenhöhen. Wenn man des Vormittags ohngefähr um 9 Uhr die Höhe der Sonne mit dem Reflectionsoctanten gemessen, (die Höhe selbst braucht nicht bekannt zu seyn), so befestigt man die Regel am Gradbogen, und bemerkt in dem Augenblick, was eine regelmäßige, das ist, gleichförmig gehende Taschenuhr, auf dem Schiff zeigt. Hierauf beobachtet man des Nachmittags, nach eben dieser Uhr, die Zeit, da die Sonne eine gleiche Höhe erreicht. Das Mittel aus beiden Zeiten, oder die halbe Summe der Stunden, die von der zunächst vorhergehenden Mitternacht verflossen sind, giebt an, was diese Uhr im wahren Mittag gezeigt. Ueber die Ortsveränderung des Schiffs und veränderliche Abweichung der Sonne in der Zwischenzeit, ist alsdann noch Rechnung zu tragen. Endlich

können auch Sonnen- Mond- und Sternenuhren unter gewissen Einschränkungen zur Erfindung der Zeit auf der See dienen.

598. Die berühmte Preisaufgabe, die **Länge auf der See** zu finden, besteht in folgenden: **Wenn** der Seefahrer durch eine astronomische Beobachtung die Zeit des Meridians weiß, unter welchem sich sein Schiff auf der See befindet, zu erfahren, wie viel im gleichen Augenblick die Uhr an einem andern Orte sey, dessen Länge als bekannt angenommen werden kann. Wäre also eine Uhr so vollkommen zu verfertigen, daß ihr Gang sich während einer langen Seereise von vielen Monaten nicht merklich änderte, so würde sie hiezu gerade hin dienen *). Denn wenn man solche bey der Abreise des Schiffs aus einem Hafen auf die wahre Zeit desselben stellte, so würde sie auf der See an allen Orten die Zeit jenes nach seiner Länge bekannten Hafens richtig anzeigen. Fände dann der Schiffer nach einer der vorigen Methoden, was die Uhr auf seinem Schiffe sey, so würde der Zeitunterschied beider Uhren

*) Harrison, Arnold, Mudge und Emery in England, Berthoud und le Roy in Frankreich, haben vortrefliche Seeuhren, Zeitmesser und Chronometer verfertigt.

sehr leicht auf die Berechnung der Länge des Schiffs, oder dessen Entfernung vom ersten Meridian, führen.

599. Z. B. ein Seefahrer beobachtet, daß es auf seinem Schiff um 5 Uhr 18′ Morgen sey. Seine aus London mitgenommene Seeuhr aber zeigte in selbigem Augenblick schon 9 Uhr 12′, so wäre der Zeitunterschied = 3 St. 54′. Da nun auf jede 4 Minuten Zeit ein Grad der Länge geht, so tragen 3 St. 54′ = 234′.... 58° 30′ aus, um welche das Schiff, da es weniger zählt, vom Londner Meridian gegen Westen sich befindet. Es ist aber

die Länge von London	17° 35′ + 360 =	377° 35
Entfernung des Schiffs westlich .		58 30
also Länge des Schiffs . . .		319 5

Da nun der Schiffer auch die Polhöhe oder Breite seines Schiffs weiß, so kann er dessen Ort in den Seecharten eintragen.

600. So bequem aber auch ein dergleichen Zeitmesser zur Erfindung der Meereslänge immer seyn mag, so ist es doch gefährlich, die Wohlfahrt der Seefahrer einer solchen, schon auf dem festen Lande, geschweige denn auf einem Schiff, mancherley Zufällen unterworfenen Maschine gänzlich und allein anzuvertrauen, zumal, da deren geringste tägliche Abweichung auf langen Seereisen einen sich anhäufenden schädlichen Irrthum zuwege bringen kann. Man ist deswegen wieder auf andere Vorschläge zurückge-

kommen, die auch schon vorhin zum Theil bekannt und im Gebrauch waren *).

601. Da man anjetzt mehr wie jemals den Lauf der Himmelskörper genau kennt, so bieten die astronomischen Jahrbücher mannigfaltige Gelegenheit zur Erfindung der Meereslänge dar. Denn bey einigen Himmelsbegebenheiten, welche dieselben ankündigen, wird bloß der auf der See beobachtete Zeitunterschied der Erscheinung derselben, geradehin die Entfernung des Schiffs von dem bekannten Meridian, für welchen diese Jahrbücher berechnet worden, angegeben; bey andern kommt man durch eine, wiewohl umständlichere Berechnung, gleichfalls zu diesem Zweck. Allein die mehresten Himmelserscheinungen lassen sich nur durch Fernröhre genau beobachten, welche auf der See, zumal wenn sie ansehnlich vergrößern müssen, wegen der beständigen Bewegung des Schiffs sehr schwer anzubringen sind, wiewohl man auch diese Beobachtungen zu erleichtern auf Mittel gedacht.

602. Eine **Sonnenfinsterniß** stellt sich aber für einen gewissen Ort der Beobachtung nur selten ein, und selbst, auch wenn sie auf der See genau beobachtet worden, erfordert doch die sich dabey einmischende Parallaxe des Mondes eine weitläuftige Rechnung, um daraus, mit Beyhülfe der Jahrbücher, die die

*) S. Hassencamp kurze Geschichte der Bemühungen, die Meereslänge zu finden. 2te Ausgabe. Lemgo 1774.

Erscheinung und Phasen derselben für einen bekannten Meridian angeben, die Länge des Schiffs zu finden, deren Ausführung man auch einem geschickten Seefahrer schwerlich zumuthen darf. **Die Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde** geschehen auch nicht so häufig, als man erwarten sollte; sie sind vornemlich, wenn der Mond stark erleuchtet ist, nur durch Fernröhre sichtbar, und die dabey vorkommenden Rechnungen zur Erfindung der Meereslänge sind eben so beschwerlich, als die bey den Sonnenfinsternissen.

603. **Die Verfinsterungen der Jupitersstrabanten** sind ungemein brauchbar, auf dem festen Lande den Meridianunterschied der Oerter zu finden, und seit ihrer Entdeckung sind die Längen vieler Städte, Häfen, Küsten, Inseln bekannt geworden oder berichtigt. Der Ein- und Austritt derselben in und aus dem Schatten des Jupiters, wird für alle Erdbewohner in gleichen Augenblicken, und nur nach dem Unterschiede ihrer Meridiane, in verschiedenen Stunden gesehen. Es fallen monatlich verschiedene über dem Horizont eines Orts sichtbare vor; sie sind aber nur durch Fernröhre sichtbar. Bemerkt ein Schiffer z. B. den Eintritt des ersten Jupiterstrabanten um 9 Uhr 28 Minuten Abends nach der Zeit auf seinem Schiff, die Französischen Ephemeriden aber geben diesen Eintritt zu Paris um 6 Uhr 16 Mi-

nuten an, so muß er 3 St. 12 Min. vom Pariser Meridian ostwärts seegeln.

604. Die **Mondfinsternisse** dienen gleichfalls um die Länge auf der See zu finden. Sie treffen für alle Erdbewohner, in gleichen Augenblicken ein, ob selbige gleich alsdann verschiedene Stunden zählen. Der auf der See bemerkte Zeitunterschied ihrer Erscheinung von der Zeit, welche die astronomischen Jahrbücher ansetzen, giebt die Meridianentfernung des Schiffs von dem Meridian für welchen das Jahrbuch berechnet worden, und folglich dessen Länge. Diese Himmelsbegebenheiten fallen aber gewöhnlich nur von sechs zu sechs Monaten ein, und es giebt nicht selten Jahre, worin sich gar keine Finsternisse ereignen.

605. Da nun die Sternkunde außer dem bisher erzählten, keine augenblicklichen Erscheinungen, die auch zugleich oft genug vorfallen, zur Erfindung der Meereslänge darbietet, so haben verschiedene Astronomen vorgeschlagen, **den Lauf des Mondes selbst, oder dessen Abstände von der Sonne oder bekannten Fixsternen**, die in einer jeden heitern Nacht, ausgenommen kurz vor und nach dem Neumond, beobachtet werden können, zu diesem Endzweck anzuwenden, weil die Mondtafeln durch **Mayers** Bemühung den Ort des Mondes, für eine jede Zeit, mit einer hiezu erforderlichen Genauigkeit

angeben. Seitdem wird die **Meereslänge durch eine Ausmessung des Abstandes des Mondes von einem Fixstern**, dessen Länge und Breite bekannt ist, zu finden, für die genaueste und sicherste Methode unter allen gehalten.

606. Hiezu wird erfordert, 1) daß dem Seefahrer die dazu nöthigen Angaben im voraus bekannt sind. **Der in London jährlich herauskommende Schiffskalender**, so wie die Pariser *Connoissance des tems*, geben für einen jeden Tag, den **wahren** (aus dem Mittelpunkt der Erde erscheinenden) westlichen oder östlichen Abstand des Mittelpuncts vom Monde, von der Sonne, oder einigen der hellsten Fixsternen von drey zu drey Stunden, unter dem Meridian zu Greenwich und Paris, an.

607. Dann muß der Seefahrer 2) mit dem **hadleyschen Octanten** oder dem **englischen Schiffsquadranten** jene scheinbaren Abstände messen, und zugleich die Höhe, sowohl des Mondes als des Sterns, oder der Sonne über dem Horizont, beobachten. Die geographische Breite des Schiffs wird als bekannt vorausgesetzt, auch muß der Schiffer seine Entfernung vom Greenwicher oder Pariser Meridian, nachdem er diese oder jene Ephemeriden braucht, ohngefähr schätzen können.

608. 3) ist es nothwendig, daß der Schiffer die richtige Sonnenzeit auf seinem Schiff, im Augenblick

der gemessenen Abstände und Höhen, durch eine oder die andere vorher beschriebene astronomische Beobachtung wisse; und dann hat er 4) entweder vermittelst des Reductionsrahmen oder einer trigonometrischen Rechnung, oder endlich gewisser Hülfstafeln, eine Reduction vorzunehmen, nach welcher das, was die Refraction des Mondes und Sterns, imgleichen die Höhenparallaxe des erstern zwischen dem beobachteten scheinbaren, und dem aus dem Mittelpunct der Erde erscheinenden wahren Abstand ändert, in Rechnung gezogen wird; hierdurch erhält er für die Zeit der Beobachtung unter dem Meridian des Schiffs, den wahren Abstand des Sterns vom Mond, welcher mit den in den Jahrbüchern für einen bekannten Meridian angesetzten verglichen, die geographische Länge des Schiffs herausbringt. S. Erläuterung §. 831—835.

Dreyzehnter Abschnitt.

Von der Gnomonik oder Sonnenuhrkunst.

609.

Der scheinbare tägliche Umlauf der Sonne, ist für alle Bewohner der Erde der Grund ihrer Zeitabtheilungen, und man ist schon sehr frühe darauf verfallen,

an der daher entstehenden veränderlichen Lage des Schattens, den alle Körper der scheinenden Sonne gerade gegen über abwerfen, die Stunden ꝛc. zu bemerken. Die **Gnomonik** lehrt, wie nach astronomischen und geometrischen Grundsätzen auf horizontalen, verticalen und schiefliegenden Ebenen, auch Kugelflächen, Sonnenuhren zu verzeichnen sind, die durch den Fortgang des Schattens von einem aufgerichteten Zeiger, an gewissen gezogenen Linien die Zeit angeben.

610. Da unsre Taschen- und Penduluhren, vorausgesetzt, daß sie sonst einen richtigen, das ist, gleichförmigen Gang haben, nur die mittlere Sonnenzeit weisen können, welche bis jetzt noch fast gar nicht im gemeinen Leben gebraucht wird, so müssen wir den Gang dieser Uhren durch Sonnenuhren, die richtig aufgestellt und entworfen, allemal die **wahre** Zeit anzeigen, prüfen oder untersuchen, wie viel sie von dem für die Zeit der Beobachtung statt findenden Unterschied zwischen der mittlern und wahren Zeit abweichen.

611. Die gewöhnlich angebrachten Sonnenweiser gelten nur für diejenige Polhöhe, für welche die Uhr verfertigt worden, und eine andere Breite erfordert einen veränderten Entwurf der Linien der Sonnenuhr, und der Gestalt oder Lage ihres Zeigers. Man hat aber auch sehr einfache für alle Polhöhen brauchbare Sonnenuhren. Ein Sonnenweiser muß ferner auf eine jede vorkommende, sich gegen den

Horizont und Verticalkreis unter allen möglichen Winkeln neigende und vom Meridian abweichende Ebenen, und in verschiedentlichen Lagen angebracht werden *). Den Mittelpunkt einer Sonnenuhr stellt man sich im Mittelpunkt des scheinbaren kreisförmigen Umlaufs der Sonne vor, welcher aber eigentlich der Mittelpunct der Erde ist. Da sie nun bei dieser Voraussetzung richtig zeigt, so ist dies abermals ein richtiger Beweis von der erstaunlichen Entfernung der Sonne von uns.

612. Die zwölfte oder Mittagsstundenlinie einer Sonnenuhr muß in die Vertikalebene des Meridians gebracht werden, und dazu muß man die Richtung der **Mittagslinie** im voraus wissen, oder sie vorher finden. Eine gute Boussole weiset solche gerade hin an, wenn die an dem Ort der Beobachtung alsdann statt findende Abweichung der Magnetnadel bekannt ist, allein für große Sonnenuhren in einer zu geringen Länge und mit keiner großen Genauigkeit **).

613. In einer erhabenen gegen Süden liegenden Mauer macht man eine Oefnung, und in dieser wird

*) S. Gaupens mechanische Gnomonik, 4. Lindau, 1708. Schüblers praktische Anleitung zur Sonnenuhrkunst, 8. Nürnberg, 1726. Lamberts Beyträge zum Gebrauch der Mathematik, 2ter Theil, erster Abschnitt, 8. Berlin, 1770. Kästners Theorie der Verticaluhren.

**) S. §. 122.

ein Blech mit einem kleinen runden Loch gesetzt, durch welches die Mittagssonne auf den Fußboden scheinen kann. Am besten im Junius mißt man 3 Stunden vor und nach Mittage einigemal übereinstimmende Sonnenhöhen, und bemerkt die Zeit derselben nach einer gleichförmig gehenden Penduluhr. Sucht hieraus die Zeit, welche die Penduluhr im wahren Mittag zeigte. (§. 139.) Am folgenden Tage bemerkt man im Augenblick des nun aus dem bekannten Gange der Uhr abzunehmenden wahren Mittags, den Punct auf dem Fußboden, wo das durch die kleine Oefnung fallende Sonnenbild hintrift, und zieht durch denselben und den senkrecht unter der Oeffnung im Blech liegenden Punct des Bodens eine Linie, welches die Mittagslinie wird. Diese Beobachtungen werden einige Tage nach einander fortgesetzt, um die Lage der gezogenen Mittagslinie immer genauer zu berichtigen. Je höher der Gnomon oder die Oefnung, wodurch die Sonne zu Mittage scheint, über dem Fußboden ist, desto genauer wird der Augenblick des wahren Mittags gefunden *).

*) Der größte bisher bekannte Gnomon wurde im 15ten Jahrhundert von Toscanella zu Florenz, 280 Fuß hoch, errichtet. Die berühmte, in der Petronius-kirche zu Bologna, von Cassini gezogene Mittagslinie ist 180 Fuß lang, und in dem marmornen Fußboden von Metall eingelegt. Die Höhe der Oefnung im Gewölbe hat 83½ Fuß.

614. Außer der bereits im §. 122. vorkommenden Methode kann man vermittelst des Polarsterns, eine Mittagslinie ziehen. Wenn derselbe gerade unter oder über dem Pol im nordlichen Meridian steht, so hänge man in der Mitte eines gegen Norden liegenden Fensters eine Bleykugel an einem Faden auf, eine andere an einem einige Fuß hohen Arm. Stellt letzteren in der möglichgrößten Entfernung vor dem im Fenster aufgehängten so lange hin und her, bis beyde Fäden hinter einander aus einem gewissen Abstand betrachtet, den Polarstern zugleich bedecken, so stehen solche in der Ebene des Meridians, und eine Linie in dieser Richtung gezogen giebt die Mittagslinie. Die Zeit des Durchganges vom Polarstern braucht nur bis auf einige Minuten genau bekannt zu seyn, denn bey einem Fehler von $6\frac{1}{3}$ Minuten Zeit ist unter der Polhöhe von 50 Grad nur eine Abweichung in der Lage der Mittagslinie von 20 Secunden im Bogen zu besorgen.

615. Eine Aequinoctial-Sonnenuhr ist am leichtesten zu entwerfen, und ihr Gebrauch ist am allgemeinsten. Man beschreibt auf der obern und untern Seite einer viereckigten kupfernen oder steinernen Platte DEFG fig. 57. einen Kreis aus C, mit gleich großem Halbmesser, theilt beyde in 24 gleiche Stunden, so daß eine senkrecht auf FG stehende und durch C gehende Linie BCA die 12te oder Mittagsstundenlinie werde.

Durch den Mittelpunct C wird ein Stift gesteckt, der über der obern und untern Seite so viel hervorragt, daß wenigstens sein Schatten die Mittagsstunde erreicht. Stellt man diese Platte so, daß B A genau auf einer gezogenen Mittagslinie liegt, und erhebt die Seite D E gegen Süden, um einen der Aequatorhöhe des Orts gleichen Winkel, so wird der Schatten des Zeigers die Stunden richtig bezeichnen, und zwar auf der obern Seite, wenn die Sonne über und auf der untern, wenn sie unter dem Aequator ist. *)

616. Da eine Aequinoctialuhr an einem jeden Ort die Stunden richtig zeigt, wenn ihre Ebene nur mit dem Horizont unter den Winkel der Aequatorhöhe geneigt, und ihre 12te Stundenlinie auf eine Mittagslinie gestellt ist, so giebt dieselbe eine überall brauchbare Sonnenuhr ab, wenn man die Platte, auf welcher sie entworfen ist, mit einer andern durch ein Gewinde an F G in Verbindung bringt, so daß sie sich an einem auf jener, an der Seite O oder W befindlichen Quadranten nach der Größe dieses Winkels jedesmal aufrichten läßt. Ihre Theorie ist übrigens besonders auf einem Globus leicht zu erkennen.

617. Aus der richtigen Stellung einer Aequinoctialuhr für eine gewisse Polhöhe, läßt sich die

*) Nimmt man statt der Platte, einen Ring als den Stundenkreis, so werden die Stunden für südliche Abweichung an dessen innerm Rande verzeichnet.

Horizontale unmittelbar entwerfen. Denn wenn man die Aequinoctialuhr unter dem gehörigen Winkel gegen die horizontale aufrichtet, so geben die Stundenlinien der erstern, bis auf die Ebene der letztern verlängert, die Puncte an, durch welche die Stundenlinien der horizontalen Uhr gezogen werden müssen. Ihr Mittelpunct findet sich, wenn man den Zeiger der Aequinoctialuhr gleichfalls verlängert, bis er die horizontale Ebene berührt, wo er zugleich der Zeiger der horizontalen Uhr wird, der sich mit der horizontalen Ebene unter den Winkel der Polhöhe neigt.

618. Die gewöhnliche Entwerfungsart einer horizontalen Uhr, s. fig. 58., ist folgende: Man ziehe auf einer kupfernen oder steinernen Platte eine Linie CRV, als die Mittagslinie; setze an C, den Mittelpunct der Uhr, einen der Polhöhe gleichen Winkel TCB; ziehe CB in beliebiger Länge, und ferner TB. Auf CB wird von B aus das Perpendicul BR bis an die Mittagslinie gezogen, dann BR von R nach V getragen, und aus V mit dem Halbmesser VR der Quadrant RS beschrieben; dieser wird in 6 Theile getheilt. Man zieht nun von V durch diese Theilungspuncte Linien bis zu einer senkrecht auf VC in R stehenden Linie Re, so ergeben sich die Puncte a, b, c, d, e, nach welchen von C aus die Stundenlinien gezogen werden: dies sind Morgenstunden, und man kann die Abendstunden an der andern Seite

der Mittagslinie CV übertragen. Die sechste Stundenlinie fc steht an C senkrecht auf VC, oder parallel mit edR; die 7te und 8te Morgenstundenlinie, durch C verlängert, giebt die 7te und 8te Abendstundenlinie; und eben so die 4te und 5te Morgenstundenlinie, wenn diese Verlängerung durch C für die Abendstundenlinien geschiehr. Die 12te oder Mittagsstundenlinie liegt genau gegen Norden, und die Ebene, auf welcher die Uhr verzeichnet ist, horizontal. Der Triangel TCB wird aus Blech, aber verhältnißmäßig größer, etwa wie RCd, verfertigt, und senkrecht auf der Mittagslinie aufgerichtet, wo er zum Zeichen dient. Der Schatten der Seite CB, welche mit der Weltaxe parallel liegt, giebt an den Stundenlinien die Zeit an.

619. Da Ra, Rb, Rc ꝛc. Tangenten der an V sich ergebenden Winkel sind, so lassen sich die Stundenlinien auftragen, wenn man VR als den Radius ansieht, und aus den trigonometrischen Tafeln die Tangenten von 15, 30, 45 ꝛc. Graden sucht (weil nemlich 15 Grad auf eine Stunde gehen). Die Figur der Uhr ist willkührlich; es kommt bloß auf die richtige Lage der Stundenlinien vom Mittelpunct C aus gegen die Mittagslinie an, man macht aber aus guten Gründen die in der Gegend des Mittags liegenden Stundenlinien länger als die übrigen.

620. Es ist leicht zu beweisen, daß die Tangente einer jeden Stundenlinie der horizontalen Uhr mit dem Meridian gleich ist der Tangente des Stundenwinkels, multiplicirt mit dem Sinus der Polhöhe; und wenn man sich vorstellt, daß eine Horizontalsonnenuhr bloß eine auf der Horizontalebene entworfene Aequinoctialuhr sey, so lassen sich noch mechanisch, vermittelst eines Globus, die Winkel ihrer Stundenlinien mit dem Meridian leicht finden. Man stelle eine Erdkugel auf die bekannte Polhöhe, und einen beliebigen Meridian der Kugel unter den messingenen, so werden alle Meridiane, die um 15° von einander liegen, auf dem Kreis am Horizont, von Süden nach Osten und Westen herum, gleichfalls die Winkel bemerken, welche die Stundenlinien mit der Meridianlinie am Mittelpunct der Uhr machen müssen. Will man ferner diese Uhr für eine andere Polhöhe gebrauchen, so darf man nur ihre Platte an der Nord- oder Südseite um den veränderten Winkel der Polhöhe erhöhen oder erniedrigen.

621. Eine **Mittagsuhr** steht vertical, und ihre Ebene wird genau auf eine von Westen nach Osten gehende Linie gestellt. Sie kann folglich vom Herbst- bis Frühlingsäquinoctio während der ganzen Verweilung der Sonne über dem Horizont, in den übrigen 6 Monaten des Jahrs aber nur von der Zeit an, da

die Sonne des Morgens in Osten erscheint, bis sie des Nachmittags sich gerade in Westen zeigt, an ihrer gegen Mittag gekehrten Seite die Stunden angeben. Ihre Zeichnung wird nach gleichen Regeln wie bey einer horizontalen vorgenommen, außer, daß dabey der Winkel TCB nicht der Pol- sondern der Aequatorhöhe gleich gemacht wird. Eine **Morgenuhr** steht vertical auf der Mittagslinie, und zeigt an der gegen Osten gekehrten Seite die Stunden vom Aufgang der Sonne bis zu Mittage, so wie im Gegentheil die **Abenduhr** an der Abendseite die Stunden vom Mittage bis Sonnenuntergang angiebt. Die leichten Regeln, nach welchen diese Sonnenuhren entworfen werden, lehren alle gnomonische Schriften.

622. Gesetzt aber, die Ebene einer Mauer, an welcher eine Mittagsuhr verzeichnet werden soll, weiche vom Westpunct $10\frac{1}{2}$ Grad gegen Norden ab, so verfertige man sich zuerst, zufolge der bekannten Polhöhe ES 12, eine horizontale Sonnenuhr nach obigen Regeln fig 59. CABD, deren Mittelpunct S und Mittagslinie S 12 ist; nach A ist Westen, B Osten, S Süden, und XII Norden; E 12 S ist der niedergelegte Zeiger. Bey dem Mittagspunct 12 mache man den Winkel L 12 A der Abweichung der Mauer $10\frac{1}{2}°$ gleich, und ziehe LK, so geben die Stundenlinien der Horizontaluhr sowohl da, wo sie, aus S gezogen, die Linie LK durchschneiden, als verlängert antreffen,

die Puncte der Stundenlinien dieser abweichenden Mittagsuhr auf LK. Man ziehe alsdann an der Mauer eine Linie horizontal, und trage aus einem angenommenen Punct XII auf derselben die Weite der Stundenlinien auf LK, XII. XI., XII. X., XII. IX. ꝛc., und auf der andern Seite XII. I., XII. II., XII. III. ꝛc. In XII. wird an der Mauer über der gezogenen horizontalen Linie ein Perpendicul XII. N in der Länge 12E aufgerichtet, so ist N der Mittelpunct der Uhr, aus welchem die Stundenlinien NI, NII, NIII ꝛc. gezogen werden. Man lasse ferner in der Zeichnung aus S auf LK das Perpendicul Sd fallen, trage 12d an die Mauer, so ist dN die Linie, über welche der Zeiger kommt; setze endlich Sd und dN rechtwinklicht zusammen, so giebt NS die Zeigerstange ab, welche unter dem Winkel SNd an der Mauer in N senkrecht über Nd befestigt wird.

623. Man mache auf einer steinernen oder kupfernen Platte, nach fig. 60., AV♈ der Polhöhe des Ortes gleich, für welchen eine Azimuthaluhr verzeichnet werden soll; ziehe VA in beliebiger Länge, und A♈ auf V♈ senkrecht. Trage AV aus ♈ in G und E, und mache ♈H = ♈A, so ist GE die kleinere Axe einer Ellipse EAGH; der eine Brennpunct derselben liegt in V, und wenn man AV von A nach T trägt, in T der andere. Man beschreibe aus ♈ mit dem Halb-

messer ♈ G den Kreis GDEL, theile jeden Quadranten desselben in 6 gleiche Theile, und ziehe aus jedem Theilungspunct gegen GE senkrechte Linien, bis an den Umkreis der Ellipse, wie DXII, rI, hII ꝛc.: so werden sich auf demselben die Stunden verzeichnen lassen. A liegt gegen Norden und hat die Mittags-H aber gegen Süden und hat die Mitternachtsstunde bey sich. G zeigt die 6ste Morgen- und E die 6ste Abendstunde an. An T mache man ferner einen jeden Winkel, wie ♈T♋, ♈T♊, ♈T♉ ꝛc. der Abweichung der Sonne, welche beym Eintritt derselben in diese Zeichen statt hat, gleich, so lassen sich auf ♁ ♋ die 12 Zeichen der Ecliptik bemerken. Der Zeiger dieser Uhr ist ein gerader Stift, welcher senkrecht über den jedesmaligen Ort der Sonne auf ♁ ♋ aufgerichtet wird, und daher sich längs dieser Linie fortschieben lassen muß.

624. Ist nun die Sonne im 1°♉ oder 1°♍, und der Schatten des in diese Puncte gestellten Zeigers fällt auf IX Uhr Vormittag oder III Uhr Nachmittag, so wird der Winkel A♉IX oder A♉III das Azimuth derselben seyn. Zieht man für diesen Tag aus dem Punct ♉ die Normallinien ♉m und ♉n, welche senkrecht auf dem Umkreis der Ellipse stehen, oder selbige unter einem rechten Winkel durchschneiden, so zeigen diese die Stunde des Auf- und Unter-

gangs der Sonne*). Ferner ist eine jede Linie von dem Ort der Sonne bis zu einer gewissen Stunde am Umkreise der Ellipse gezogen, allemal dem Cosinus der Sonnenhöhe gleich, wenn die zu derselben gehörige Normallinie den Radius vorstellt, und z. B. wenn die Sonne in ♉ tritt, wird ♉ III, ♉ IX dem Cosinus der Sonnenhöhe über dem Horizont um 9 Uhr Vormittag und 3 Uhr Nachmittag gleich seyn, wenn ♉ m oder ♉ n als der Radius angesetzt wird. Noch ist es merkwürdig, daß diese Uhr auch als eine horizontale dienen kann, wenn man den vorigen Zeiger abnimmt, GE die Mittagslinie seyn läßt, auf ♈ G an ♈ den Zeiger unter den Winkel der Polhöhe aufrichtet, in G die Mittagsstunde setzt, und hiernach die übrigen Stunden rechter Hand von G als Nachmittags-, linker Hand aber als Morgenstunden abändert.

625. Der Mond gebraucht, nach seiner mittlern Bewegung, 24 St. $50\frac{1}{2}'$ Sonnenzeit zu seinem scheinbaren täglichen Umlauf: und daher verhalten sich die

*) Diese Normallinien finden sich, wenn man bey einer nordlichen Abweichung der Sonne aus einem Punct der Linie ♈ L, und bey einer südlichen aus einem der Linie ♈ D (beyde erforderlichen Falls verlängert) einen Bogen durch V, den Ort der Sonne, und T zieht, bis derselbe den Umkreis der Ellipse durchschneidet.

Mondstunden zu den Sonnenstunden wie 1440 : 1490½, etwa wie 29 : 30. Hiedurch, und wenn noch dazu die Zeit der Culmination des Mondes aus den Ephemeriden bekannt ist, läßt sich die Stunde der Nacht durch den Mondschein entweder 1) durch eine gewöhnliche **horizontale Sonnenuhr**, oder 2) durch eine **eigentliche Monduhr** finden.

626. Es sey z. B. bekannt, daß der Mond um 8 Uhr 24′ Abends durch den Meridian gehe. Fällt alsdann der Schatten, den der Zeiger einer horizontalen Sonnenuhr vom Mondschein wirft, gerade auf die Mittagslinie, so muß es 8 Uhr 24′ seyn; fällt er aber auf eine andere Stundenlinie, so ist noch eine Reduction der Mond- und Sonnenstunden vorzunehmen. Gesetzt, er falle auf 3 Uhr 16′ Nachmittag, so sind solche eigentlich Mondstunden, welche, nach obigem Verhältniß, 3 St. 23′ Sonnenzeit betragen. Diese zu 8 Uhr 24′ addirt, giebt die Zeit der Nacht 11 Uhr 47′.

627. Man verfertige sich eine Scheibe von Holz oder Messing, in der Größe, daß sie am innern Kreis einer Aequinoctialuhr anschließt, und sich um ihren Mittelpunct, auf den Zeiger der Uhr gesteckt, umdrehen läßt. Ihr Umkreis wird in 24 St. 50½′ getheilt, oder es wird am Mittelpunct für eine jede Stunde ein Winkel von 14° 29½′ gesetzt, so ist dies die eigentliche **Monduhr**, auf welcher 24 Stunden

in eben der Ordnung, wie auf der Aequinoctialuhr, verzeichnet werden. Der sich noch findende überschüssige Raum bleibt der Mitternachtsstunde gegenüber. Steht nun der Mond, nach obigem Beyspiel, um 8 Uhr 24′ Abends im Meridian, so wird diese Zeit der Monduhr an die Mittagsstunde der Sonnenuhr geschoben, und fällt in dieser Nacht der Schatten des Zeigers beym Mondschein auf III Uhr 16′ der Sonnenuhr, so zeigt er zugleich auf der Monduhr, daß es 11 Uhr 47′ nach der Sonne sey.

628. Eine **Sternenuhr** lehrt, vermittelst der in der Nachbarschaft des Nordpols stehenden Sterne, die Stunde der Nacht zu finden. Gemeiniglich werden dieselben auf den **Polarstern** und die beyden hellen Sterne (β und α) im **Viereck des großen Bären**, welche mit dem Polarstern auf einer Linie stehen, eingerichtet. Aus der geraden Aufsteigung der Sonne und dieser Sterne läßt sich leicht finden, wenn sie mit der Sonne zugleich in den Meridian kommen; dies geschieht den 2 Sept. Die **Sternenuhr** besteht aus zwey Scheiben von Holz oder Messing ꝛc., davon die innere beweglich ist; imgleichen aus einem beweglichen messingenen Lineal, dessen Mittelpunct durchbohrt ist. Der Kreis der äußersten Scheibe wird in die 12 Monate des Jahrs und deren einzelne Tage abgetheilt. An dem Instrument befindet sich eine Handhebe, deren Mitte genau beym

2ten September befestigt wird. Die innere und kleinere Scheibe wird in 24 Stunden des Tages eingetheilt, und ist rund umher mit Zähnen versehen, um auch im Dunkeln daran die Stunden durchs Gefühl abzählen zu können. Der größte Zahn von allen gehört der 12ten oder Mitternachtsstunde. Die Regel läßt sich um den Mittelpunct an einem Gewinde drehen, und ragt über den äußersten Circul hinaus.

629. Will nun der Seefahrer z. B. in der Nacht vom 10ten auf den 11ten April die Stunde der Nacht, vermittelst einer solchen Sternenuhr finden, so stellt er zuerst den größten Zahn der innern Scheibe auf den 10ten April an der äußern, faßt die Uhr beym Handgriff und hält dieselbe gegen Norden aufrecht, doch so, daß ihre bezeichnete Seite sich gegen Süden kehrt, und ihre Ebene beyläufig unter dem Winkel der Aequatorhöhe mit dem Horizont geneigt ist. Alsdann sieht er durch das in der Mitte des Gewindes der Regel befindliche Loch nach dem Polarstern; verschiebt hierauf die Regel so lange hin und her, bis die zwey bemerkten hellen Sterne im Viereck des großen Bären genau längs der hervorragenden Seite erscheinen, und der Polarstern zugleich durch jenes Loch sich zeigt, so wird die an dieser Seite der Regel liegende Stunde die gesuchte seyn.

Vierzehnter Abschnitt.

Von der Chronologie.

630.

Die mathematische Chronologie gründet sich, der Hauptsache nach, ganz auf die Sternkunde. Sie beschäftigt sich mit Abmessung und Eintheilung der Zeit, nach den am Himmel richtig beobachteten Umläufen der Sonne und des Mondes, vergleicht die Dauer des Umlaufs derselben mit einander, sowol in Rücksicht der bürgerlichen oder politischen als kirchlichen Verfassungen gesitteter Völker, und setzt hiernach die wichtigsten Begebenheiten des Alterthums, als verschiedene Zeitepochen, fest.

631. Eine Stunde ist der 24ste Theil des Tages, sie wird in 60 Minuten, und die Minute wieder in 60 Secunden abgetheilt. Zur Ausmessung der Stunden und ihrer Theile, hat man sich, außer der Sonnenuhren, schon im Alterthum der Wasser- und Sanduhren bedient, bis endlich in den neuern Zeiten die Taschen- und Penduluhren erfunden wurden, welche uns auch Minuten und Secunden zuzählen. Der natürliche Tag ist die Dauer der Zeit, welche die Sonne über dem Horizont eines Ortes verweilet,

sie

sie ist nach den verschiedenen Zeiten des Jahres sehr ungleich. Der bürgerliche ist aus Tag und Nacht zusammengesetzt, innerhalb welchem die Sonne ihren scheinbaren Umlauf am Himmel vollführt.

632. Hypparch und Ptolemeus rechnen die Tagesstunden von Mitternacht an, daher dies wohl zu ihrer Zeit der Gebrauch zu Rom und in Aegypten war. Gegenwärtig fangen fast alle europäische Völker den Tag von Mitternacht an, und zählen bis zum folgenden Mittage die ersten 12, und dann wieder nochmals 12 Stunden bis zur nächsten Mitternacht *). Die Astronomen fangen den Tag vom Mittage an, und zählen bis zum folgenden Mittage 24 Stunden in einem fort; daher kommen die astronomischen Stunden mit den bürgerlichen in den Nachmittagsstunden überein; hingegen bey den Vormittagsstunden findet sich ein Unterschied von 12 Stunden.

633. Die uralte, bey allen gesitteten Völkern gemeinschaftlich eingeführte Gewohnheit, nach Wochen von 7 Tagen zu rechnen, leitet man aus der mosaischen Schöpfungsgeschichte her, und wäre also ein Ueberrest von der Religion der Erzväter, die sich durch Traditionen fortgepflanzt. Man kann aber auch mit vielem Grunde der Wahrscheinlichkeit annehmen, daß schon alle alte Völker sich hiebey, so wie bey ihrer übrigen

*) Die Juden und zum Theil noch die Italiener und Chineser fangen den Tag mit Untergang der Sonne an.

Zeitrechnung, nach dem Mond gerichtet, der in 29 Tagen seine Lichtgestalt viermal, und folglich etwa alle 7 Tage ändert, so wie noch in unsern Zeiten die Türken, Mohren und verschiedene amerikanische Völkerschaften, ihren ganzen Calender nach den abwechselnden Lichtgestalten des Mondes einrichten.

634. Die 7 Planeten wurden, nach dem System der Alten, also geordnet: ♄ ♃ ♂ ☉ ♀ ☿ ☾. Bey den Wochentagen aber:

Sonnt. Mont. Dienst. Mittw. Donnerst. Freyt. Sonnab.
☉ ☾ ♂ ☿ ♃ ♀ ♄

Nach den astrologischen Träumereyen regiert ein jeder Planet des Tages eine Stunde, und von demjenigen, welcher die erste Stunde beherrscht, hat der Tag seinen Namen. Fängt man nun vom Sonntage, als dem ersten Wochentage, an, und läßt die Sonne die erste, und nach ihr die übrigen Planeten in den folgenden Stunden nach der Ordnung ☉ ♀ ☿ ☾ ♄ ♃ ♂ regieren, so wird die Sonne wieder in der 8ten, 15ten und 22sten Stunde die Reihe treffen, der 23sten ♀, der 24sten ☿, der 25sten oder der ersten Stunde des Montags den ☾ u. s. w.

635. Es giebt **Sonnen-** und **Mondenmonate.** Jene bestehen im gemeinen Leben aus 30 oder 31 Tagen, und bey den Astronomen in der Zeitdauer, in welcher die Sonne ein jedes Zeichen ihrer Bahn zurücklegt, und sind daher gleichfalls von ungleicher

Länge. Diese aus 29 oder 30 Tagen, in welchen der Mond seinen synodischen Umlauf am Himmel vollendet. Zwölf Monate machen ein Jahr. Das **Sonnenjahr** ist die Zeit, innerhalb welcher die Sonne den Himmel umläuft; es enthält 365 Tage, 5 St. 49'. Das **Mondenjahr** ist 354 Tage, 8 St. 49' lang, in welcher Zeit der Mond 12mal seinen synodischen Umlauf am Himmel vollendet.

636. Einige behaupten, daß die Jahre der ersten Völker der Erde, Mondenmonate gewesen sind, und daß sich das hohe Alter der Patriarchen daraus erklären lasse. Die alten Aegyptier rechneten das Jahr zu 365 Tagen, daher die Sonne jährlich an einem gleichen Monatstage um 6 Stunden zurückblieb. Nach 1461 bürgerlichen Jahren trug dieser Unterschied schon ein Jahr aus, und die vier Jahreszeiten hatten sich in allen Monaten des Jahrs eingestellt. Bey uns wird die Länge des Jahrs im bürgerlichen Leben bloß nach dem Sonnenlaufe bestimmt, und dreymal nach einander zu 365 Tagen; das viertemal hingegen zu 366 Tagen gerechnet, der sich alsdann zu einem ganzen Tage angehäuften 6 Stunden wegen. Es fängt seit **Julius Cäsars** Zeiten mit dem ersten Januar an. Im bürgerlichen Leben nimmt das Jahr im Augenblick der 12ten Mitternachtsstunde zwischen dem 31sten December und 1sten Jan. seinen Anfang; bey den Astronomen aber erst am ersten Januar im

Augenblick des wahren Mittags *). Die Namen der zwölf Monate und die Anzahl ihrer Tage sind: **Januar** oder Jenner, 31 Tage; **Februar** oder Hornung, 28 (im Schaltjahr 29); **März**, 31; **April**, 30; **May**, 31; **Junius** oder Brachmonat, 30; **Julius** oder Heumonat, 31; **August**, 31; **September** oder Herbstmonat, 30; **October** oder Weinmonat, 31; **November** oder Wintermonat, 30; **December** oder Christmonat, 31 Tage.

637. Die alten Römer fingen ihr Jahr mit dem März, und die Griechen im September an. Seit 1564 ist in Frankreich der 1ste Januar der erste Tag im Jahr, da es sonst, wie bey der römischen Kirche, der Ostersonntag war. An einigen Orten Italiens macht man noch das Frühlingsäquinoctium zum Anfange des Jahres, und in England fing sich das Jahr bis Anno 1752 am 25sten März an ꝛc. Die Juden fangen ihr Kirchenjahr mit dem Neumond an, dessen Vollmond zunächst auf das Frühlingsäquinoctium; ihr bürgerliches Jahr aber von dem Neumond, dessen Vollmond auf das Herbstäquinoctium folgt.

*) Ein neues Jahrhundert, z. B. das Neunzehnte, beginnt, nach bürgerlicher Rechnung, am Schluß des Achtzehnten, den 31sten December 1800 des Nachts um 12 Uhr, und nach astronomischer den 1sten Jan. 1801 des Mittags um 12 Uhr.

638. Die Jahre der Juden sind nach dem Lauf des Mondes und der Sonne zugleich eingerichtet. Ihre gemeinen Jahre sind Mondenjahre von 354 Tagen. Sie müssen aber zuweilen, um das bürgerliche Jahr wieder mit dem Sonnenjahr zu vereinigen, einen ganzen Monat einschalten, und dann erhält ein solches Schaltjahr 13 Monate oder 384 Tage. Ueberdem, da nach den Satzungen der Alten niemals ein strenge zu feyernder Fasttag zunächst vor oder nach dem Sabbath oder Sonnabend eintreffen darf, so sind sie genöthigt, sowohl in gemeinen als Schaltjahren, bald einen Tag mehr, bald einen weniger zu zählen. Ihr Jahr muß nie am Sonntage, Mittwoch und Freytag anfangen, sonst wird es einen Tag später verlegt. Hieraus entstehen sowohl in den gemeinen als Schaltjahren **ordentliche, abgekürzte und überzählige.** Ihre 12 Monate, die sie allemal mit dem Neumond anfangen, heißen: **Tisri,** 30; **Marchesvan,** 29; **Cisleu,** 30; **Tebeth,** 29; **Sheat,** 30; **Adar,** 29; (**Veadar** im Schaltjahr, 30); **Nisan,** 30; **Jjar,** 29; **Sivan,** 30; **Tamuz,** 29; **Ab,** 30; **Elul,** 29 Tage *). Das bürgerliche Jahr der Juden fängt mit dem Monat Tisri, und das Kirchenjahr mit dem Monat Nisan an.

*) In überzähligen Gemein- und Schaltjahren hat Marchesvan einen Tag mehr, und in abgekürzten, Cisleu einen Tag weniger.

639. Die Jahre der Türken oder Muhamedaner sind bloße Mondenjahre von 354 oder 355 Tagen, welche nach 30 Jahren in gleicher Ordnung wiederkehren. Ihre 12 Monate heißen: **Muharram**, 30; **Saphar**, 29; **Rabia I**, 30; **Rabia II**, 29; **Jomada I**, 30; **Jomada II**, 29; **Rajab**, 30; **Shaaban**, 29; **Ramadan**, 30; **Shwall**, 29; **Dulkaadah**, 30; **Dulheggia**, 29 (im Schaltjahr 30) Tage.

640. Bey den alten Römern hatte das Jahr nur 304 Tage, oder 10 Monate. Der März war der erste, und der December der letzte Monat. Numa Pompilius setzte noch 50 oder 51 Tage zu, kürzte die Monate von 30 Tagen ab, und führte noch den Januar zu 29 Tage, als den ersten, und den Februar von 28 Tagen als den letzten Monat des Jahrs ein, woraus ein Mondenjahr von 355 Tagen entstand. Im Jahr 450 vor Ch. G. ließ man den Februar gleich auf den Januar folgen. Dieses Mondenjahr wich aber vom Sonnenjahr $10\frac{1}{4}$ Tage ab, und daher trat die Sonne nach dreyen Sonnenjahren einen ganzen Monat früher in ein und dasselbe Zeichen. Diese Abweichung, und daß das Mondenjahr um einen Tag zu groß gerechnet wurde, machte bey den Römern eine oftmalige Einschaltung verschiedener Tage nothwendig. Etwa 50 Jahre vor Christi Geburt, wich der Calender schon um 79 Tage von dem Stand

der Sonne ab. Julius Cäsars Absicht ging dahin, die bürgerlichen Jahre mit den astronomischen so zu vereinigen, daß der Eintritt der Sonne in ein neues Zeichen beständig an einem gewissen Monatstage einfallen möchte.

641. Man schlug vor, sich künftig bloß nach dem Lauf der Sonne zu richten; und da dieselbe in 365 Tagen 6 St. den Thierkreis durchläuft, so sollte das bürgerliche Jahr so oft einen Tag mehr haben, als jene 6 Stunden zu einem ganzen Tag anwachsen. Daher wurde festgesetzt: drey Jahre nach einander zu 365 Tagen, und das vierte zu 366 zu rechnen. Im Jahr 45 vor Christi Geburt ordnete Julius Cäsar diese verbesserte Zeitrechnung an, also war das 44ste Jahr vor Ch. G. das erste der Julianischen Zeitrechnung. Der **April**, **Junius**, **September** und **November** erhielt 30; die übrigen aber, bis auf einen, 31 Tage, denn der **Februar** bekam im gemeinen Jahr nur 28 Tage.

642. Die Tage der Monate theilten die alten Römer in Calendas, Nonas und Idus ein. Der erste Tag in jedem Monat wurde Calendae genannt, die folgenden 6 Tage im März, May, Julius und October hießen Nonae; die übrigen Monate hatten nur vier Nonas; auf diese folgten in jedem 8 Idus; die folgenden Tage hießen Calendae des folgenden Monats, und wurden, so wie die vorigen, rückwärts

gezählt. Der alle 4 Jahr überschüssige Tag wurde nach dem 23sten Februar oder VII Calendas Martias eingeschaltet, worauf sonst in gemeinen Jahren VI Calendas Martias folgte, den man im Schaltjahre auf den 25sten Februar verlegte. Der Schalttag, als der 24ste Februar, behielt unterdessen von diesem Tage seine Benennung, und wurde deswegen bis Sexto Calendas genannt. Daher heißen die Schaltjahre Bisextiles, und der Februarmonat erhielt in denselben 29 Tage. In der christlichen Zeitrechnung fällt ein Schaltjahr ein, wenn sich die Jahreszahl durch 4 theilen läßt.

643. Ob nun gleich der Julianische Calender vor den Jahrrechnungen der alten Römer und Aegyptier einen großen Vorzug hatte, so kam er dennoch nicht genau mit dem Himmel überein, weil dabey jedes Jahr eigentlich 365 Tage 6 Stunden lang gerechnet wurde, da doch der genaue tropische Umlauf der Sonne nur 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48 Secunden dauert *). Diese zu viel gerechneten 11 Minuten 12 Secunden in jedem Jahre, häuften sich nach 128 Jahren zu einem ganzen Tage an, und veranlaßten, nebst andern willkührlichen Veränderungen, in der Folge Unrichtigkeiten in der Zeitrechnung.

*) Hiernach hat ein bürgerliches gemeines J. 365 Tage, 8760 St. 525600 Min. 31536000 Sec.

644. Im Jahre 1582, unter der Regierung Gregorii XIII. ging der Fehler auf 10 Tagen *), so, daß das Frühlingsäquinoctium schon am 11ten März einfiel. Dieser Pabst veranstaltete daher eine Verbesserung der alten Julianischen Jahrrechnung. Sie kam endlich zu Stande, und mit den Bedingungen, daß nach dem Schluß der alten nicänischen Ao. 325 gehaltenen Kirchenversammlung 1) das Frühlingsäquinoctium beständig auf den 21sten März fallen, und 2) Ostern am Sonntage nach dem Vollmond, der zunächst dem Frühlingsäquinoctio folgt, gefeyert werden sollte.

645. Er verordnete Ao. 1581 1) daß nach dem 4ten October des folgenden 1582sten Jahres sogleich der 15te gerechnet werden sollte, wodurch dies Jahr nur 355 Tage erhielt. Damit auch das Frühlingsäquinoctium sich nicht wieder vom 21sten März entfernen könne, sollten die Schaltjahre, bey drey nach einander folgenden Secularjahren wegfallen. Demnach das Jahr 1600 ein Schaltjahr; 1700, 1800 und 1900 gemeine Jahre und 2000 wieder ein Schaltjahr seyn ꝛc. Hiedurch wurde der bey der Julianischen Rechnung, nach 400 Jahren sich anhäufende

*) Dividirt man aber 1626 durch 128, so kommen fast 13 Tage, zum Beweise, daß man indeß von des Cäsars Vorschrift abgewichen.

Fehler von drey Tagen, bis auf etwa 3 Stunden abgeholfen.

646. Dieser neue gregorianische Calender wurde hierauf in allen katholischen Staaten eingeführt, dahingegen blieb man in den protestantischen Ländern noch über ein ganzes Jahrhundert, beym alten Julianischen, und zählte 10 Tage weniger. Dieser Unterschied ging 1700 auf 11 Tage, weil dieses Jahr nach der julianischen Anordnung ein Schaltjahr; hingegen nach der gregorianischen, ein gemeines Jahr ist. Hiernach wird man Ao. 1800 im gregorianischen Calender 12, Ao. 1900 . . . 13. Ao. 2000, weil dies Jahr ein in beyden Calendern gemeinschaftliches Schaltjahr ist, gleichfalls 13 Tage früher als im julianischen, das Jahr anfangen.

647. Endlich nahmen die protestantischen Stände in Deutschland, Holland, Dännemark, Schweiz ꝛc. im letzten Jahre des siebzehnten Jahrhunderts, mit den Katholiken gemeinschaftlich den neuen gregorianischen Calender an. Es wurden demnach im Jahr 1700 11 Tage herausgelassen, und vom 18ten Februar sogleich auf den 1sten März gezählt, so daß auch dieses Jahr nur 354 Tage lang war. Dieser protestantische Calender wurde der verbesserte genannt. Erst Ao. 1752 haben die Engländer und 1753 die Schweden den neuen verbesserten Calender

angenommen. Blos in Rußland ist anjetzt der alte julianische Calender noch im Gebrauch.

648. Um eine Jahrzahl von der andern desto leichter unterscheiden zu können, hat man besonders folgende drey Circul von ungleichen Abtheilungen eingeführt: 1) Der **Sonnencircul** ist eine Periode von 28 Jahren, nach deren Verfluß die Wochentage wieder an gleichen Monatstagen, und in eben der Ordnung einfallen. So wie wir anjetzt die Jahre dieses Circuls rechnen, fällt unter andern ein Anfang desselben 9 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung. Um demnach die Zahl des Sonneneirculs im julianischen oder gregorianischen Calender zu finden, werden zu dem gegebenen Jahre 9 addirt, und die Summe durch 28 dividirt, so zeigt der Quotient an, wie oft seit jenem Anfange dieser Periode der Circul herumgekommen, und der Ueberrest giebt die gesuchte Zahl desselben, wenn nichts übrig bleibt, so ist 28 der Sonnencircul.

649. Dieser Circul würde in 7 Jahren herumkommen, wenn keine Schaltjahre wären, so aber werden $4.7 = 28$ Jahre dazu erfordert. Der Sonnencircul geht auch nur in dem julianischen Calender beständig in einem fort, da er hingegen im gregorianischen, theils wegen der Ao. 1582 aus demselben herausgelassenen 10 Tage, und dann auch wegen der auf-

gehobenen Schaltjahre für 1700, 1800 und 1900 unterbrochen wird.

650. Man bezeichnet die Wochentage mit den ersten sieben Buchstaben des Alphabets, und den ersten Januar allemal mit A; der Buchstab, welcher alsdann auf den ersten, und folglich auf alle übrigen Sonntage des Jahres fällt, heißt der **Sonntagsbuchstab**. Gesetzt nun, das erste Jahr nach einem Schaltjahr, also ein gemeines Jahr, fängt mit einem Sonntag oder dem ersten Wochentag an, so ist A der Sonntagsbuchstab desselben Jahres, dies Jahr hat 52 Wochen und 1 Tag, und folglich wird der letzte Tag in diesem Jahr abermals ein Sonntag seyn und den Buchstab A führen, der darauf folgende Montag oder erste Tag des nächsten Jahres hat A also kommt G auf den ersten und alle folgenden Sonntage, und giebt den Sonntagsbuchstab für das zweyte Jahr an. Hiernach muß im dritten Jahr F und im vierten E der Sonntagsbuchstab werden. Dies 4te Jahr ist nun ein Schaltjahr, worin der Februar 29 Tage hat; daher wird E nur bis zum Schalttage, oder den 24sten Februar (diesen mit eingerechnet) dienen, da dieser Schalttag mit dem vorhergehenden 23sten Februar einen gleichen Buchstab erhält, auf den zunächst folgenden Sonntag fällt also D, und ist der Sonntagsbuchstab für die übrigen 10 Monate des

Schaltjahrs, daher kommen in einem Schaltjahre zwey Sonntagsbuchstaben vor.

651. Um in diesem Jahrhundert den Sonntagsbuchstab des gregorianischen Calenders zu finden, dividirt man die seit 1700 verflossene und um ihren vierten Theil vermehrte Anzahl Jahre durch 7, und zieht den Ueberrest, nachdem es angeht, von 3 oder 10 ab, so ergiebt sich die Zahl des Sonntagsbuchstabens, wenn A = 1; B = 2; C = 3; D = 4 u. s. w. gesetzt wird.

152. 2) Der **Mondescircul** ist ein Zeitraum von 19 julianischen Sonnenjahren, jedes zu $365\frac{1}{4}$ Tagen gerechnet, also von 19. $365\frac{1}{4}$ = 6939 Tagen 18 Stunden, in welchen, bis auf etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden, 235 Neumonde einfallen nach deren Verlauf die Neumonde an gleichen Tagen des Jahres wiederkehren. Das erste Jahr des Mondencirculs ist dasjenige, in welchem der Neumond am ersten Januar einfällt, welches wenigstens im gregorianischen Calender zutrift. Die Zahl, welche das Jahr vom Anfang des Mondencirculs zeigt, heißt die **güldne Zahl.**

653. Um sie zu finden, wird zu der vorgegebenen Jahrzahl 1 addirt, und die Summe durch 19 dividirt. Der Quotient zeigt die Anzahl der Umläufe dieses Circuls, und dessen Ueberrest die Zahl des Mondencirculs an. Wenn nichts übrig bleibt, ist 19 selbst die güldene Zahl. Dieser Circul giebt aber jetzt

nach 1470 Jahren die Neumonde des julianischen Calenders um 4 bis 5 Tage zu spät an.

654. Man bedient sich 3) seit dem Anfang des Jahres 313 des Circuls der Indiction oder **Römer** Zinszahl. Wenn zu dem gegebenen Jahre 3 addirt, und die Summe durch 15 dividirt wird, so zeigt sich im Quotienten, wie oft dieser Circul seit der Zeit herumgekommen, und der Ueberrest giebt seine Zahl für das laufende Jahr. Bleibt nichts übrig, so ist solche 15.

655. Die **julianische Periode** ist das Product von den Zahlen **des Sonnencirculs, der güldenen Zahl** und der **Römerzinszahl** in einander, also: 28 . 19 . 15, welches 7980 Jahre giebt, nach welchem langen Zeitraum die Zahlen dieser drey Circul erst in gleicher Ordnung wiederkehren. Da nun unsere älteste Zeitrechnung noch nicht über 6000 Jahre zurück geht, so lassen sich alle bisherigen Jahre durch selbige von einander unterscheiden.

656. **Scaliger** hat diese julianische Periode als einen allgemeinen Maaßstab in der Chronologie eingeführt, worauf sich alle übrigen Epochen oder Jahrzahl-Anfänge leicht reduciren lassen. Die julianische Periode fängt 4713 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung, und also lange vor aller bekannten Zeitbestimmung, an, als in welchem Jahr sowol der Sonnencircul als Römer Zinszahl und güldene Zahl 1

war. Daher giebt die Summe einer gegebenen Jahrzahl und 4713 das Jahr der julianischen Periode.

657. Um in einem Jahre der christlichen Zeitrechnung aus dem **Sonnencircul**, der **güldenen Zahl** und der **Römer Zinszahl**, die Zahl der julianischen Periode zu finden, nehme man die Summe der Producte von 3780 durch die güldene Zahl, und 1064 durch der Römer Zinszahl; von dem Product 4845 durch den Sonnencircul, (vermehrt wenn es nöthig ist um 7980). Den Unterschied dividire man durch 7980 (wenn es angeht), und der Ueberrest zeigt die gesuchte Zahl der julianischen Periode.

658. Verlangt man im Gegentheil für ein gegebenes Jahr der julianischen Periode den **Sonnencircul**, die **güldne Zahl** und der **Römer Zinszahl**, so wird das gegebene Jahr durch 28, 19 und 15 dividirt, folglich im ersten Fall der Sonnencircul, im zweyten die güldene Zahl, und im dritten der Römer Zinszahl übrig bleiben.

659. Die Zeitepoche der **Schöpfung** wird von **Petavius** in das 730ste Jahr der julianischen Periode, 3984 Jahre vor Christi Geburt, gesetzt, so, daß das 1793ste Jahr das 5776ste Jahr der Welt wäre. Allein **Scaliger** findet das 764ste Jahr der julianischen Periode, und hiemit kommt **Calvisius** überein. Die Griechen der neuern Zeit zählen schon über 7300 Jahre von Erschaffung der Welt. Dieser

Jahrrechnung bedienten sich auch ehedem die **Russen**, welche nun ihre Jahre gleichfalls von der Geburt Christi an rechnen.

660. Nach jüdischer Rechnung fällt der Welt Anfang in das 953ste Jahr der julianischen Periode, und das Jahr 1793 wäre das 5553ste Jahr der Welt. Es wird dabey ein Circul von 19 Mondenjahren gebraucht, wenn man das Jahr der Juden mit 19 dividirt, und es bleiben 3, 6, 8, 11, 14, 17 übrig, so ist es ein Schaltjahr.

661. Die **Griechen** zählten ihre Jahre von der Einführung der olympischen Spiele, die alle 4 Jahr gefeyert wurden. Ihr Anfang wird in das 3938ste Jahr der julianischen Periode, 776 Jahre vor Christi Geburt gesetzt. Unser 1793stes Jahr ist das 2569ste der Olympiaden, und das erste der 643sten Olympiade. Sie fangen sich allemal im Julius an.

662. Die **alten Römer** setzten die Erbauung der Stadt Rom als ihre Epoche fest. Diese wird durch **Varron** in das 3961ste Jahr der julianischen Periode und dessen 21sten April, folglich 753 Jahr vor C. G. gesetzt. Der Epoche des **Nabonassars** bedienen sich **Hypparchus** und **Ptolemeus**. Ihr Anfang fällt auf den 26sten Februar des 3967sten Jahres der julianischen Periode. Hiernach werden auch die ägyptischen Jahre gerechnet. 1461 nabonassarische Jahre geben 1460 julianische. Das Jahr

hat

hat beständig 365 Tage. Es trift alle 4 Jahr, wegen des zurückgebliebenen Schalttages, um einen Tag früher ein.

663. Die **Türken** und **Araber** rechnen von der Flucht **Mahomeds** aus **Mecca** nach **Medina**, welche am 16 Julii Ao. 622 oder im 5335sten Jahre der julianischen Periode geschah. (Sie heißt **Hegira**.) Ihre Jahre sind ordentliche Mondenjahre von 354 oder 355 Tagen, welche in einem Circul von 30 Jahren in gleicher Ordnung wiederkehren; 1461 solcher Circul geben 42524 julianische Jahre.

664. Die **Perser** rechneten ehedem ihre Jahre von der Regierung ihres letzten Königs **Yezdegirde**. Ihre Rechnung kömmt in allen Stücken mit der nabonassarischen überein, außer daß sich das Jahr vom 16ten Julii anfängt, und die Monate andere Namen haben. Jetzt haben sie ihre Jahrform verändert, und die richtige Länge des Sonnenjahrs dabey zum Grunde gelegt.

665. Das erste Jahr der **christlichen Zeitrechnung**, oder von der Geburt Christi, ist, der gemeinen Rechnung nach, das 4713te der julianischen Periode; das 3983ste Jahr der Welt, und das 46ste nach Julius Cäsars Calenderverbesserung. Einige Geschichtsschreiber setzen diese Epoche 3 oder 4 Jahre weiter zurück. Diese Ungewißheit entsteht vornemlich daher, weil es erst 525 Jahre hernach dem Abt Dio-

nysius einfiel, dasselbe als einen Anfangstermin der Zeitrechnung in der abendländischen Christenheit einzuführen.

666. Ein **astronomisches Mondenjahr** hat, in vollen Tagen gerechnet, 354; ein **bürgerliches Sonnenjahr** aber 365 Tage. Der Unterschied beläuft sich jährlich auf 11 Tage; nach zwey Jahren auf 22; nach drey auf 33, oder, da die Summe über einen ganzen Monat = 30 Tage geht, auf 3; nach 4 Jahren auf 14; nach 5 auf 25; nach 6 auf 36 oder 6 u. s. f. Diese Unterschiede der Tage im Sonnen- und Mondenjahre heißen **Epacten**. Wenn solche wie hier nur in ganzen Tagen fortgehen, so werden sie **kirchliche** genannt, und dienen bloß, in dem seit 1582 eingeführten gregorianischen oder katholischen Calender, nach den Regeln der Kirche die Tage der kirchlichen Neumonde, wornach die Feste gerechnet werden, zu bestimmen. Sie kommen daher nicht mit den astronomischen Epacten überein.

667. Die **kirchlichen Epacten** sollen gleichfalls wie die astronomischen das **Alter des Mondes** am ersten Tage des Jahrs anzeigen, treffen aber nicht allemal damit zu. Ist die Epacte für ein gewisses Jahr 0, so trift der Neumond am 1sten Januar ein. Beym Anfang des folgenden Jahres wird die Epacte oder das Alter des Mondes 11 seyn, weil sich das Mondenjahr 11 Tage früher als das Sonnenjahr en-

digt. Addirt man nun für das folgende Jahr 11 hinzu, und subtrahirt, so oft es angeht, 30, so wird sichs finden, daß die Epacten mit der güldnen Zahl nach 19 Jahren wiederkehren, weil nach deren Verfluß die Neumonde wieder an gleichen Monatstagen fallen. Ist die güldne Zahl 1, so ist die julianische Epacte XI; ist jene 2, so ist diese XXII, u. s. f. Am Ende des Mondencirculs, oder wenn die güldne Zahl von 19 bis auf 1 geht, wird statt 11 ... 12 addirt. Im Julianischen Calender gehen die Epacten durch alle Jahrhunderte nach obiger Regel fort; im Gregorianischen aber wird diese Ordnung in gewissen Jahrhunderten unterbrochen, und daher ist der Unterschied zwischen den Epacten beyder Calender veränderlich. Man erhält die gregorianischen Epacten für ein gegebnes Jahr, wenn man von der julianischen zwischen 1600 und 1700, 10; zwischen 1700 und 1900, 11 subtrahirt (wenn die Subtraction nicht angeht, werden vorher 30 addirt).

668. Es sind demnach in der Christenheit dreyerley Calender bisher eingeführt: 1) der **alte julianische**; 2) der **neue gregorianische** oder **katholische**; und 3) der **verbesserte** oder **protestantische**. Der alte julianische geht vornemlich dadurch von den übrigen ab, daß er in dem jetzigen Jahrhundert 11 Tage, im künftigen 12 Tage weniger zählt. Der verbesserte ist darin hauptsächlich von dem gregorian-

schen unterschieden, daß das Osterfest in demselben auf eine andere Art bestimmt, und viele Namenstage der Heiligen verändert worden. Unsere Festrechnung gründet sich auf den oben angeführten Schluß der nicänischen Kirchenversammlung, nemlich: Ostern an dem Sonntage zu feyern, der zunächst auf den ersten Vollmond nach dem Frühlingsäquinoctio folgt, und, wenn dieser Vollmond selbst auf einen Sonntag einfällt, das Osterfest bis auf den nächstfolgenden Sonntag zu verlegen. Das letztere soll auch geschehen, wenn es sich fügte, daß der Ostersonntag auf den ersten jüdischen Ostertag einfällt.

669. Im gregorianischen Calender wird nun der Ostervollmond nach den kirchlichen Epacten berechnet; weil solche aber nicht genau mit dem Himmel übereinstimmen, so beschlossen die evangelischen Stände im Jahr 1700: daß der Ostervollmond in ihrem verbesserten Calender, so wenig nach der im julianischen Calender gebräuchlichen dionysischen Rechnung, als den gregorianischen Epacten, sondern nach astronomischen Rechnungen bestimmt werden sollte.

670. Bis Ao. 1723 zeigte sich zwischen den astronomischen Rechnungen der Protestanten und der cyclischen der Katholiken keine solche Abweichung, daß

nicht die Osterfeyer in beyden Kirchen an einem und demselben Sonntag einfiel. Allein 1724, 1744, 1778 und 1798 zeigt sich dergleichen. Ueberdem fallen in den beiden letztern Jahren die jüdischen Ostern mit dem Ostersonntag des verbesserten Calenders zusammen, damit müßten die Ostern der Protestanten auf 8 Tage hinausgesetzt werden, und dies ist auch 1778 wirklich geschehen. Allein 1798 wird keine Verlegung statt finden.

671. Es würde, zur Vermeidung aller Unordnung, am besten seyn, Ostern allemal an einem gewissen Sonntage des Jahrs, z. B. am ersten Sonntage nach dem Frühlingsäquinoctio, zu feyern. Unterdessen haben die protestantischen Stände 1775 auf dem Reichstage zu Regensburg eingewilligt: 1) Ostern im Jahr 1778, um den Juden auszuweichen, im verbesserten Calender auf acht Tage zu verlegen, und mit den Katholiken zugleich am 19ten April zu feyern; und 2) dem bisherigen gregorianischen Calender der Katholiken unter der Benennung eines **allgemeinen Reichscalenders** beyzutreten, und also die in demselben nach der cyclischen Rechnung angesetzten Ostern und alle davon abhängende Feste jederzeit mit den Katholiken zugleich zu feyern *).

*) Die Ostergränzen sind zwischen den 22sten März und und 25sten April eingeschlossen.

672. Von Ostern hängen alle **bewegliche Feste** und Sonntage ab. Der Sonntag, 9 Wochen vor Ostern, heißt **Septuagesima**; die diesem vorgehen, werden vom Feste **Epiphania** an gerechnet. Nach **Septuagesima** folgen bis Ostern die Sonntage: **Sexagesima**, **Estomihi** (Dienstag darauf **Fastnacht**, und den Mittwoch **Aschermittwoch**), **Invocavit**, **Reminiscere**, **Oculi**, **Lätare**, **Judica**, **Palmarum**, Donnerstag darauf **grüner Donnerstag**, und der Freytag der **Charfreytag**, der nächstfolgende Sonntag ist der **Ostersonntag**. Nach Ostern folgen alsdann die Sonntage; **Quasimodogeniti**, **Misericordias Domini**, **Jubilate**, **Cantate**, **Rogate** (Donnerstag darauf **Himmelfahrt**), **Exaudi**, **Pfingstsonntag**. Der Sonntag nach Pfingsten heißt **Trinitatis**, und von demselben werden alle folgende Sonntage bis zum ersten Adventsonntag fortgezählt. Dieser fällt allemal zwischen den 27sten November und 3ten December incl., dann folgen bis Weihnachten noch drey Adventsonntage. Die vier **Quatember** sind Fasttage bey den Katholiken, und fallen ein: Mittwoch, 1) nach Invocavit, 2) nach Pfingsten, 3) nach Kreuzerhöhung oder nach dem 14ten September, 4) nach Luciä oder nach dem 13ten December.

673. Die unbeweglichen Feste sind: **Neujahr**, am ersten Januar; **Epiphania** oder heilige drey

Könige, am 6ten Januar; Mariä Reinigung oder Lichtmeß, am 2ten Februar; Mariä Verkündigung, am 25sten März; Johannistag, am 24sten Junius; Mariä Heimsuchung, am 2ten Julius; Michaelis, am 29sten September; Weihnachten, am 25sten December. Endlich Frohnleichnam am Donnerstag nach dem Sonntag Trinitatis; viele Heiligen- und Apostelntage durchs ganze Jahr bey den Katholiken.

674. Im Judencalender fällt der erste Shebat in unsern Januar. Den 14ten Adar, in gemeinen Jahren Purim oder das Hamansfest; in Schaltjahren aber den 14ten Veadar. Mit dem Monat Nisan fängt ihr Kirchenjahr an; den 15ten Nisan nimmt ihr achttägiges Osterfest seinen Anfang. Den 6ten und 7ten Sivan Pfingsten. Der 17te Tamuz und 9te Ab sind Fasttage. Der erste Tisri Neujahrstag des bürgerlichen Jahres, welcher gemeiniglich in unserm September einfällt; den 3ten Fasten Gedalja; den 10ten großer Versöhnungstag oder lange Nacht; vom 15ten bis 22sten das Lauberhüttenfest; den 23sten Gesetzfreude. Den 25sten Cisleu Kirchweihe. Den 10ten Tebeth Fasttag.

Verbesserungen.

Seite 247 Zeile 20 statt Durchmesser, Himmelskörper.
—— 253 — 1 statt circulirenden, circulären.
—— 278 — 15 ist stehe wegzustreichen.
—— 318 — 13 statt Oberfläche, Erdfläche.
—— 336 — 15 statt noch, nach.

Fig. 1.

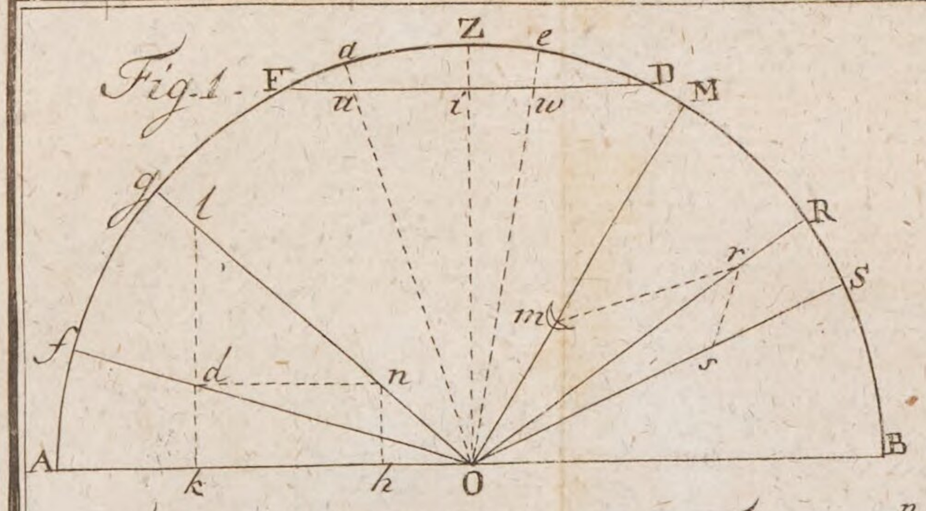


Fig. 2.

Fig. 3.

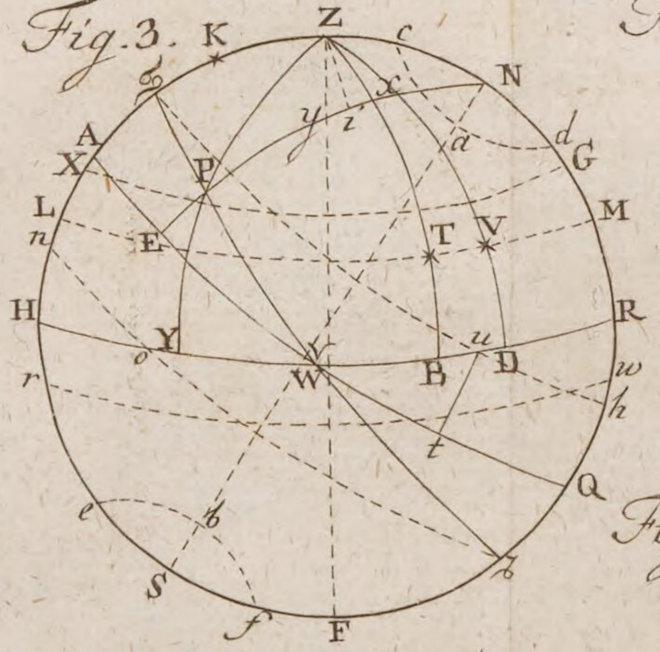


Fig. 5.

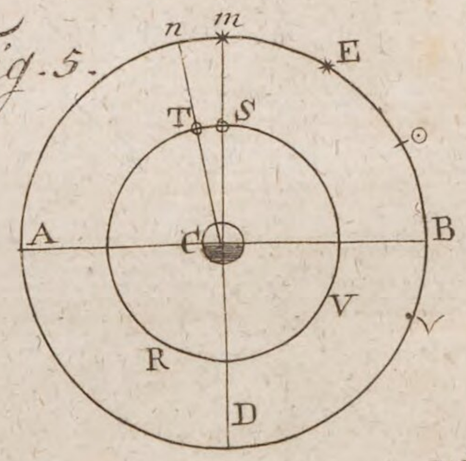


Fig. 7.

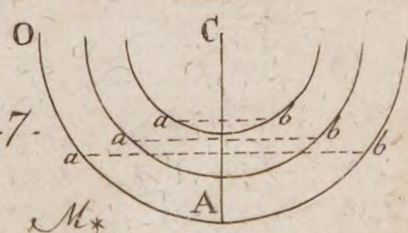


Fig. 4.

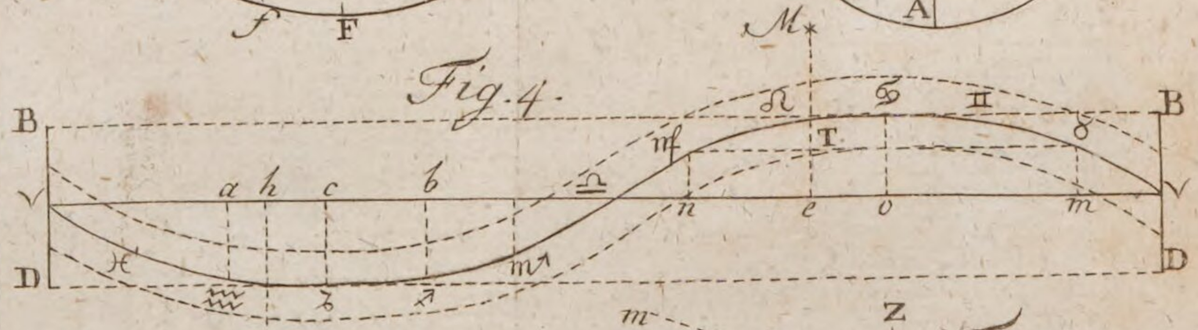


Fig. 6.

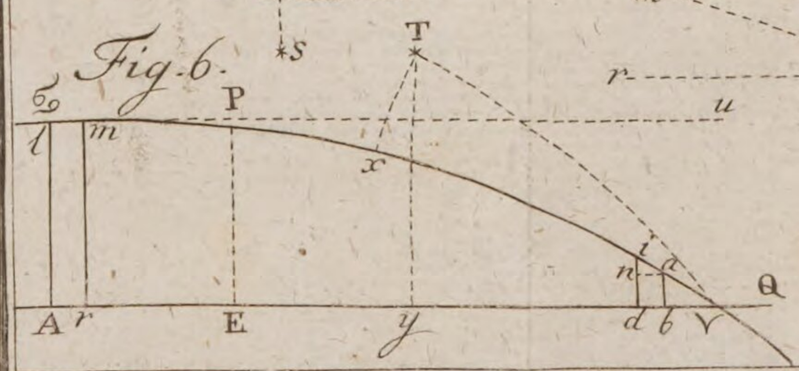
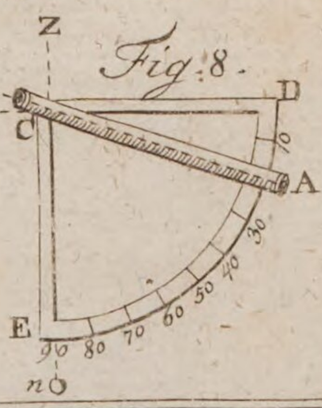


Fig. 8.



C. F. Grüsche sc.

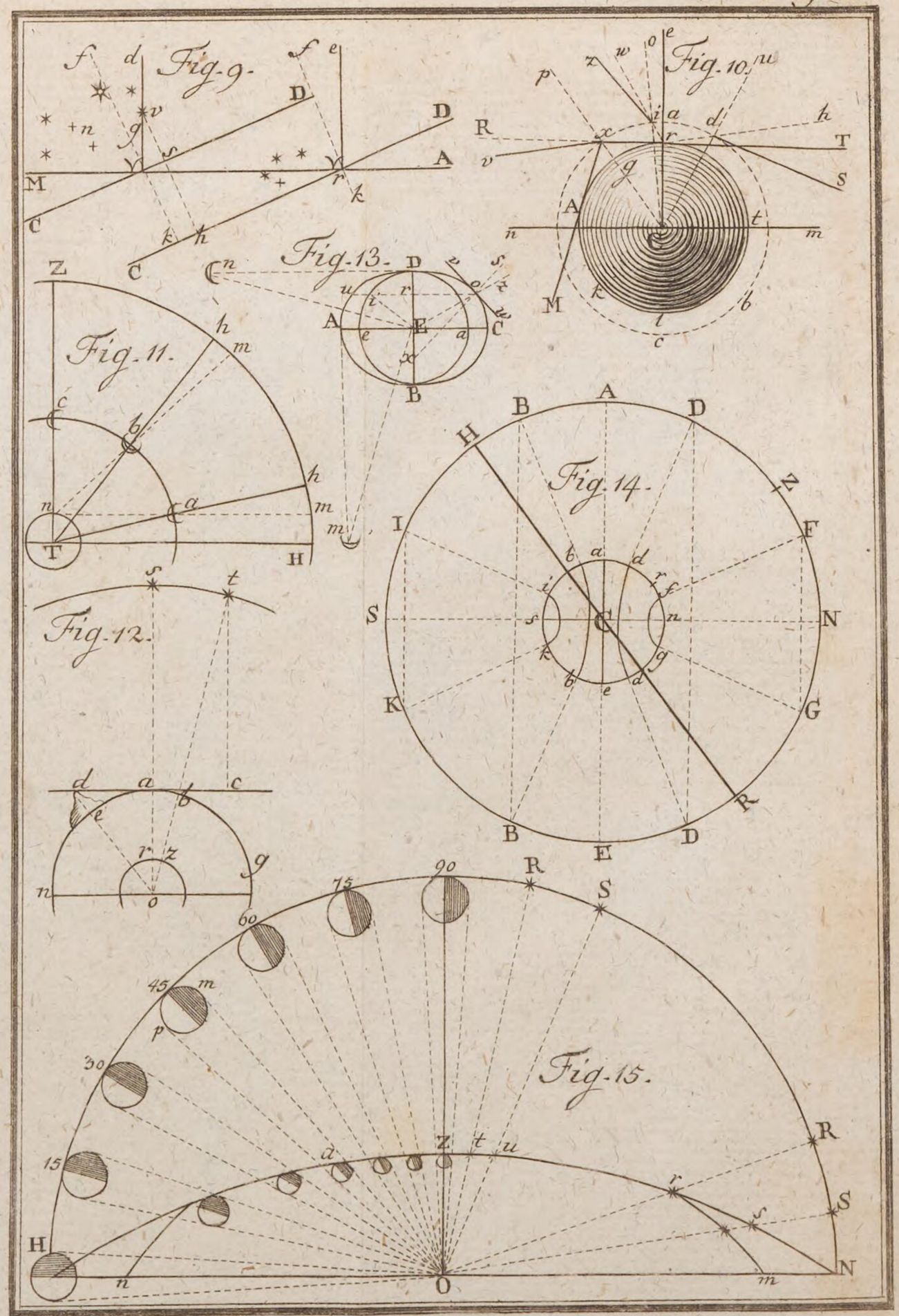


Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.

Fig. 16.

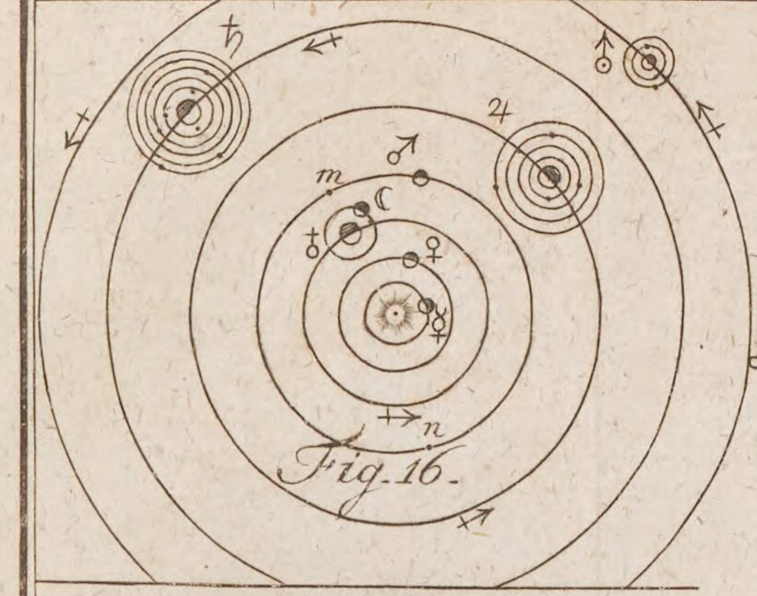


Fig. 17.

Fig. 18.

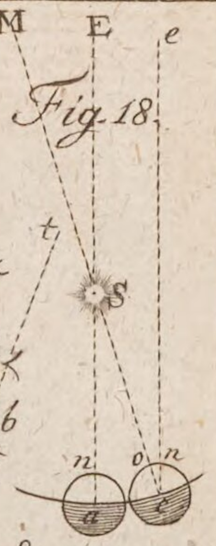


Fig. 19.

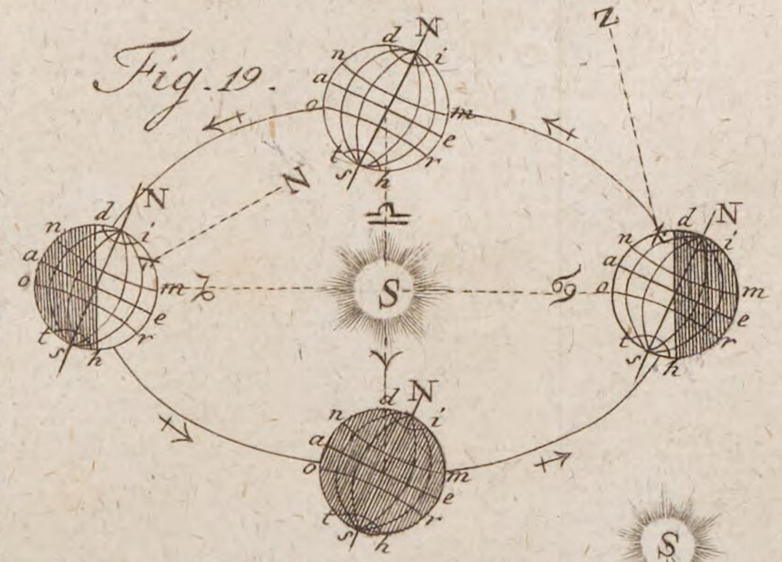


Fig. 22.

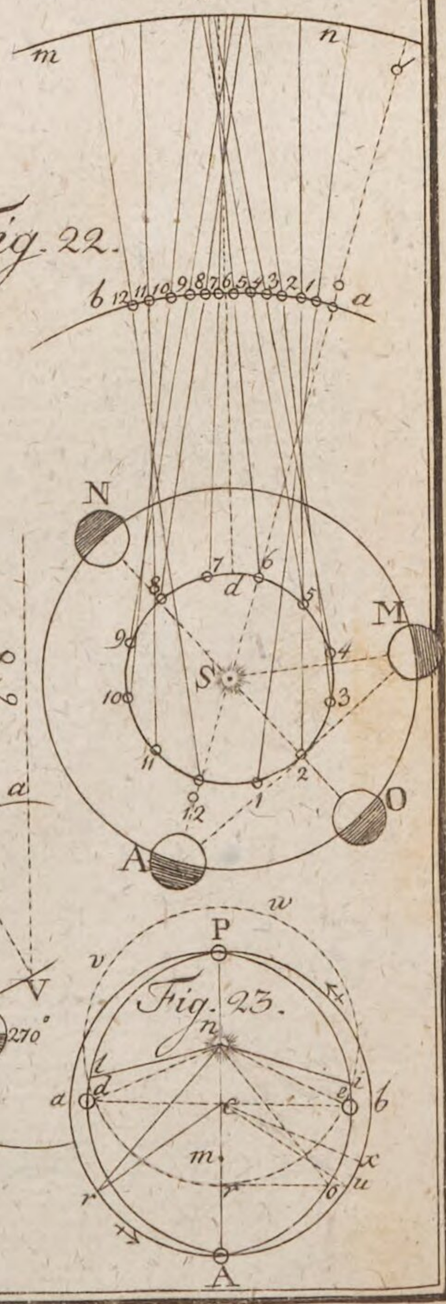


Fig. 21.

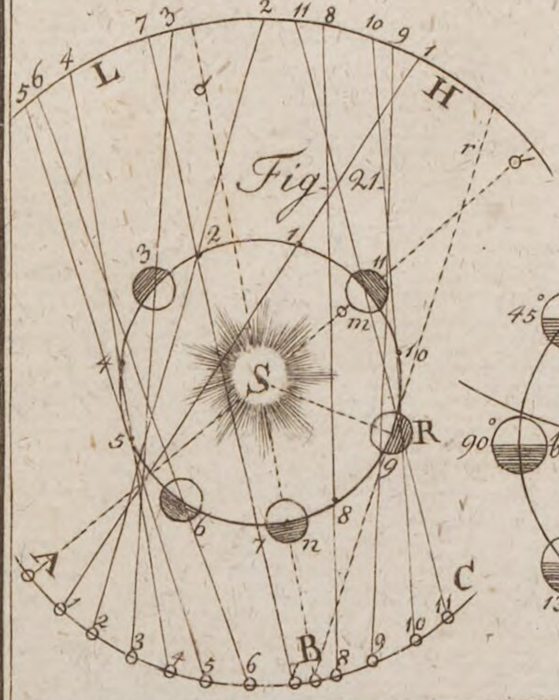


Fig. 20.

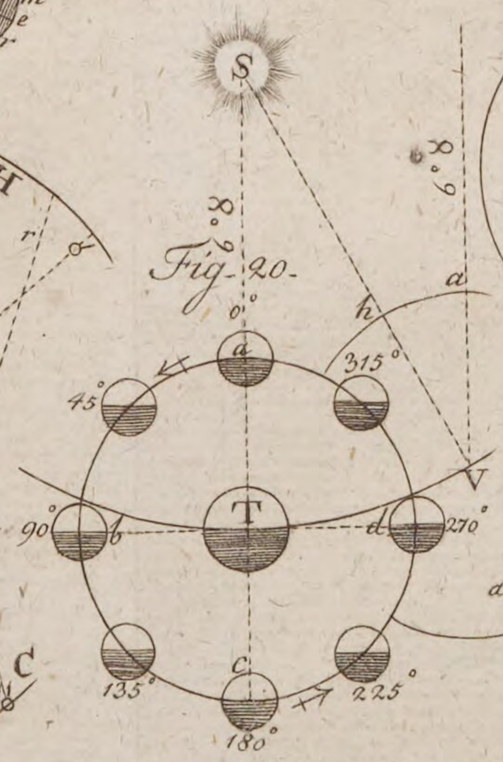


Fig. 23.

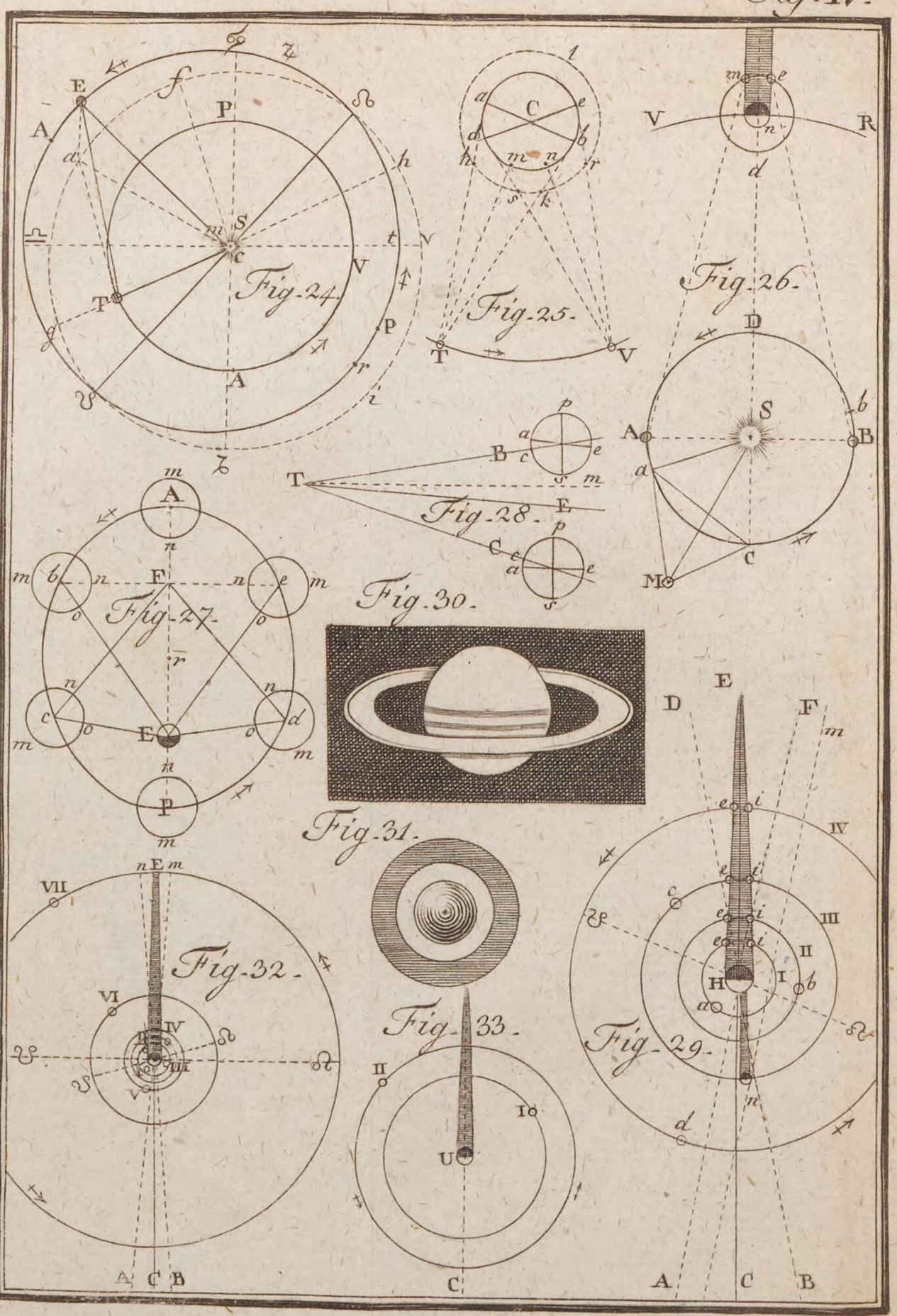


Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 29.

Uranus

Fig. 34.

Saturnus

Jupiter

Mars
Erde
Venus
Merkur
S

Fig. 35.

Fig. 36.

Fig. 37.

Fig. 38.

Fig. 39.

Fig. 40.

Fig. 41.

Fig. 42.

Fig. 43.

Fig. 44.

Fig. 45.

Fig. 46.

Fig. 47.

Fig. 48.

Fig. 49.

Fig. 50.

Fig. 51.

Fig. 52.

Fig. 53.

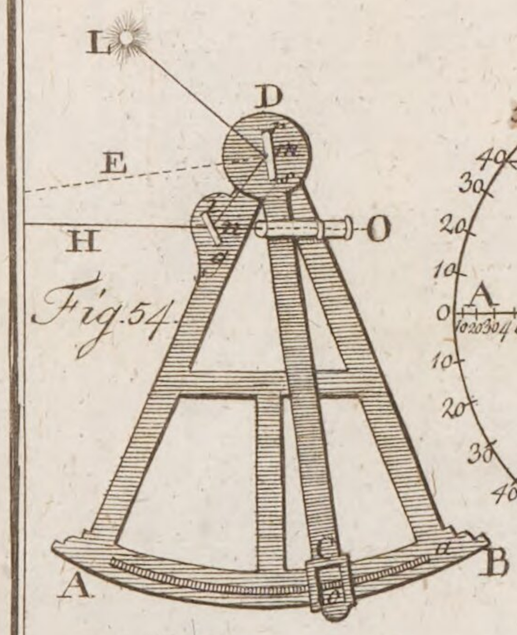


Fig. 54.

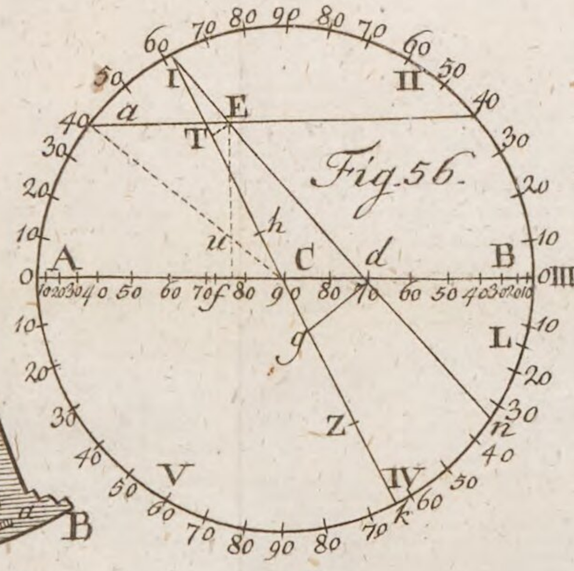


Fig. 56.

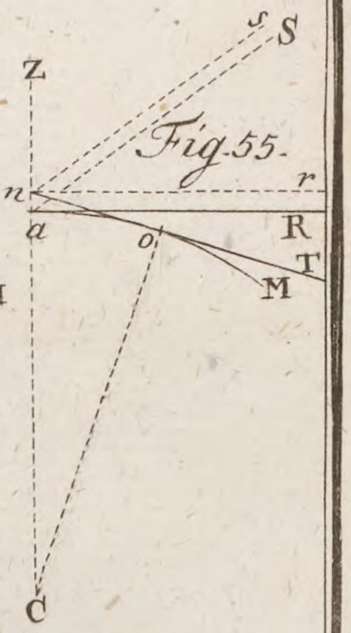
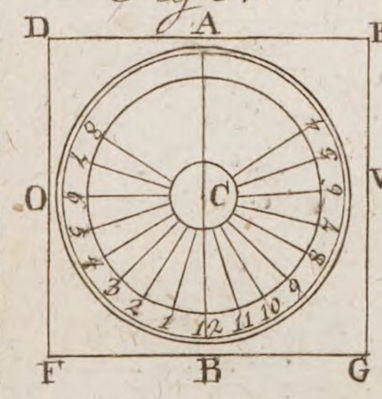


Fig. 55.

Fig. 57.



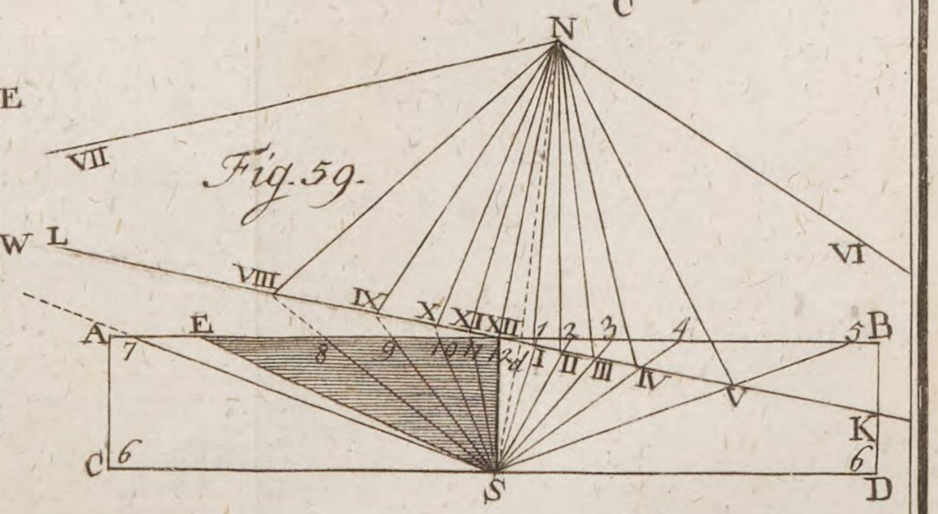


Fig. 59.

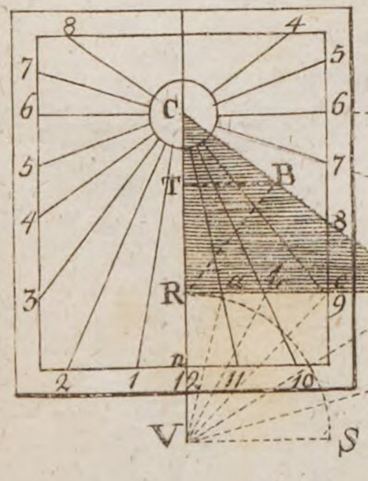


Fig. 58.

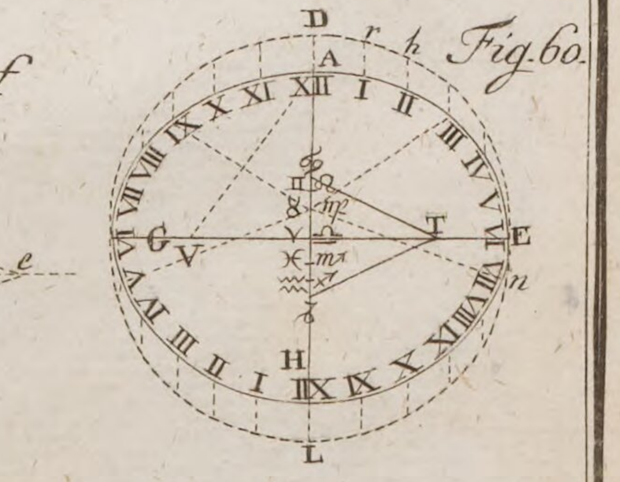
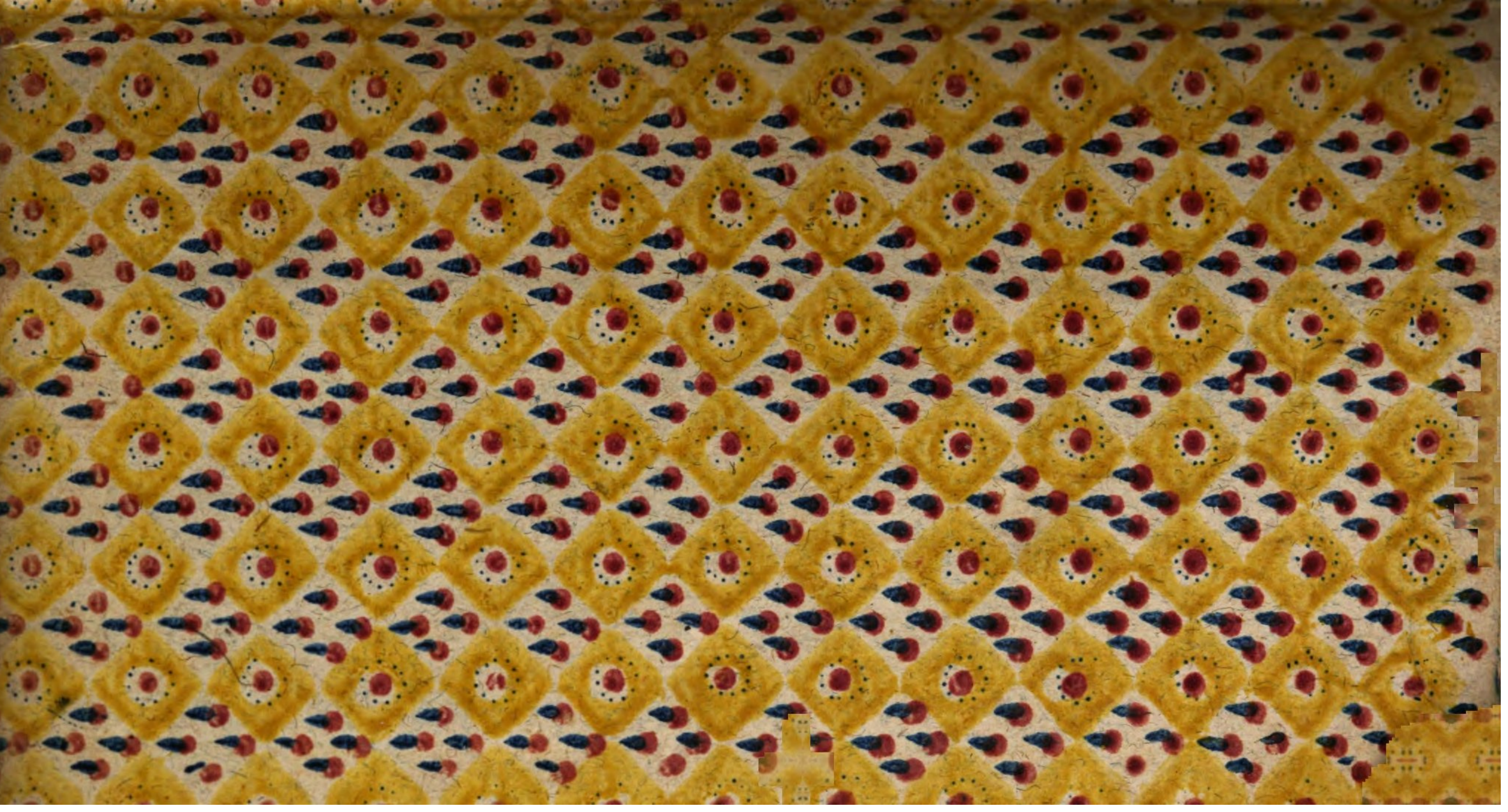


Fig. 60.



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bode, Johann Elert, / Gürsen, C. F. / Himburg, Christian Friedrich,

Kurzer Entwurf der astronomischen Wissenschaften

Berlin 1794

Astr.u. 27
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060861-6
VD18 11382066